



Questions de fertilité dans la zone soudanienne du Tchad

Proposition d'un travail de recherche développement utilisant
des systèmes avec semis direct dans un couvert végétal



Jacques Arrivets
Dominique Rollin

Janvier 2002

QUESTIONS DE FERTILITE DANS LA ZONE SOUDANIENNE DU TCHAD, PROPOSITION D'UN TRAVAIL DE RECHERCHE DEVELOPPEMENT UTILISANT LES SYSTEMES AVEC SEMIS DIRECT DANS UN COUVERT VEGETAL

TABLE DES MATIERES

QUESTIONS DE FERTILITE DANS LA ZONE SOUDANIENNE DU TCHAD, PROPOSITION D'UN TRAVAIL DE RECHERCHE DEVELOPPEMENT UTILISANT LES SYSTEMES AVEC SEMIS DIRECT DANS UN COUVERT VEGETAL	1
TABLE DES MATIERES	1
INTRODUCTION.....	4
La fertilité dans la zone soudanienne du Tchad, un réel problème?	4
SENSIBILISATION ET DISCUSSIONS AVEC LES PRINCIPAUX ACTEURS INTERVENANT SUR LES QUESTIONS DE FERTILITE.....	6
Contrat d'assistance technique.....	7
Budget.....	11
LE MILIEU ET SES CONTRAINTES/PRODUCTION AGRICOLE (JACQUES ARRIVETS)	12
QUELQUES DONNEES SUR LA PRODUCTION AGRICOLE VEGETALE DE LA ZONE SOUDANIENNE.....	14
CLIMATOLOGIE.....	16
SOLS.....	21
SYSTEMES DE CULTURE.....	28
Systèmes de production agricole	28
Systèmes de culture :	28
Evolution des systèmes pluviaux (sur Koro)	29
CULTURE DU COTON	30
Les débuts et jusqu'en 1960.....	30
Période 1960-1990.	32
LA FIXATION DE L'AGRICULTURE.....	33

CALENDRIER AGRICOLE.....	34
NIVEAU D'INTEGRATION AGRICULTURE ELEVAGE FIN DES ANNEES 1980 ET CONSEQUENCES.....	34
Période 1990-2000	36
Autres cultures.....	38
De la parcelle aux terroirs	40
ACQUIS DE LA RECHERCHE.....	41
La démarche classique : le système coton et l'association agriculture-élevage.....	41
Acquis dans période plus récente.....	44
A PROPOS DE L'EXPERIENCE SCV DU NORD CAMEROUN AVEC DPGT :.....	48
CONCLUSIONS.....	50
BIBLIOGRAPHIE.....	51
ANNEXES	57
ANNEXE 1: CALENDRIER MISSION TCHAD 30 NOVEMBRE AU 14 DECEMBRE 2001 .57	57
ANNEXE 3 : SOLS ET FICHE DE LECTURE PIAS J., 1970, (CARTE PEDOLOGIQUE DU TCHAD, ORSTOM).....	65
ANNEXE 4 COMPLEMENTS SUR LE CULTURE DU COTON (G. MAGRIN)	73
ANNEXE 5: TABLEAU DES CARACTERISTIQUES DES 9 ZONES DU SUD DU TCHAD CF. FIGURE 9B	74
ANNEXE 6: EXTRAIT DE WERTZ (1976).....	75
ANNEXE 7 TERMES DE REFERENCE DE LA MISSION	76
SUIVI EVALUATION.....	82
Diffusion des systèmes Relation entre acteurs	82
Système agraire	84
Système de production.....	85
Système de culture.....	86
Parcelle	87

Plante	88
Système d'élevage	89

INTRODUCTION

A la demande et sur financement du SCAC (Service de Coopération et d'action culturelle) de N'Djamena une mission sur la fertilité dans la zone soudanienne du Tchad a commencé le 21 novembre 2001. Cette mission est composée de Jacques Arrivets spécialiste des questions de fertilité en zone tropicale et Dominique Rollin animateur de l'équipe qui travaille sur les systèmes avec semis direct dans un couvert végétal.

Cette mission (dont les termes de référence sont joints) comporte 3 objectifs:

- Amélioration du niveau de connaissances des décideurs et acteurs tchadiens sur les problèmes et les gammes de solutions potentielles pour ce qui concerne les questions de fertilité,
- Faire le point des travaux engagés au niveau du Tchad
- Formuler des propositions pour un travail de recherche développement.

Au cours de la première semaine de mission, des rencontres avec les directeurs généraux de l'agriculture, de l'élevage, de l'environnement, de l'ITRAD, des bailleurs de fonds ont été suivis par une tournée de terrain dans la zone soudanienne du Tchad.

Les régions de Pala, de Moundou et de Doba ont été rapidement visitées et les principaux acteurs travaillant sur la fertilité dans ces régions ont été rencontrés à l'exception notable de la station ITRAD de Bebedja. Cette prise de contact avec le terrain a été organisée par le PASR (Projet d'Appui aux Structures Rurales) et par le PAOP (Projet d'Appui aux Organisations Paysannes) basés à Moundou.

La deuxième partie de la mission a permis d'approfondir avec les partenaires potentiels présents sur la zone soudanienne les questions de fertilité, d'examiner les travaux déjà réalisés et de collecter les informations nécessaires à une synthèse.

La fertilité dans la zone soudanienne du Tchad, un réel problème?

Le passage rapide dans la zone et les discussions trop brèves avec les producteurs et l'encadrement du développement rural ne peuvent à eux seuls permettre d'être catégorique sur ce point. Néanmoins ils sont en concordance avec tout ce qui a été écrit sur la région et il semble tout à fait pertinent de se poser la question. Ces questions de fertilité s'expriment essentiellement à travers l'évolution de la matière organique dans les sols ferrugineux tropicaux qui couvrent l'essentiel des surfaces cultivées en agriculture pluviale dans le sud du Tchad ainsi que par une très faible utilisation des engrais minéraux.

Un exemple parlant est donné par cet agriculteur du nord de Doba qui peut encore intercaler des périodes de jachère de 3 ans dans ses rotations avec le sorgho, le coton, l'arachide mais qui brûle la biomasse obtenue par la période de jachère avant de remettre en culture et laboure en culture attelée avant de placer un coton en tête de rotation. En brûlant la biomasse obtenue pendant la jachère, il perd la partie de la matière organique accumulée pendant cette période dans les parties aériennes¹, en labourant², il perd la restructuration du sol créée par les racines

¹ L'accumulation dans les racines est supérieure à celle trouvée dans les parties aériennes développant un filtre aussi efficace que celui de la forêt.

des plantes de la jachère. Le seul intérêt de la jachère réside alors dans une diminution de la pression de l'enherbement qui reste encore à démontrer avec une période de jachère aussi courte.

L'analyse des pratiques de fumure minérale semble montrer de très faibles utilisations. Dans des sols aussi pauvres chimiquement que ceux rencontrés dans la zone soudanienne du Tchad, cet aspect mérite d'être sérieusement approfondi.

L'encadrement agricole préconise depuis quelques dizaines d'années des sols propres, indemnes de toute couverture végétale pour des cultures pures en utilisant le travail du sol. Ces recommandations compte tenu des types de sols et du climat ne peuvent que conduire à une dégradation de la fertilité par une diminution du niveau de matière organique, les phénomènes d'érosion, de compactation, de lessivage des éléments nutritifs étant liés à cette diminution.

Il semble donc tout à fait pertinent de travailler sur cette évolution de la fertilité et les techniques de semis direct dans un couvert végétal peuvent apporter des pistes de solutions intéressantes même si leur mise en œuvre sera particulièrement délicate dans le contexte politique et social du sud du Tchad.

Malgré l'apparence de simplicité, parce que l'on supprime des opérations culturales compliquées comme le labour, la mise au point d'itinéraires techniques avec semis direct dans un couvert végétal nécessite rigueur, expérience et compétence. Le risque d'une contre démonstration pour des problèmes de gestion des plantes de couverture, de l'azote, de fonte de semis est important.

² sauf si le labour est réalisé dans des conditions optimales d'humectation du profil, de vitesse d'avancement, de profondeur du travail ce qui est rarement le cas

SENSIBILISATION ET DISCUSSIONS AVEC LES PRINCIPAUX ACTEURS INTERVENANT SUR LES QUESTIONS DE FERTILITE³

- A Pala, le 22 novembre 2001, une conférence débat en présence du préfet et du sous préfet de Pala a permis de présenter les systèmes avec semis direct dans un couvert végétal et de discuter avec une vingtaine de techniciens des différents acteurs intervenant sur le développement rural dans la région. Avec le Belacd⁴ de Pala, le 23 novembre, des visites de terrain à Goïgamala (12km sud ouest de Pala) et à Sorga (sur la route entre Pala et Kelo) ont permis de rencontrer des producteurs et de poursuivre sur des cas concrets les discussions commencées en salle.
- A Doba, le 24 novembre 2001, des visites sur le terrain des réalisations commencées avec l'AFDI sur le thème fertilité (plantations d'Acacia Albida dans les parcelles cultivées et mise en place de haies d'Acacia nilotica) ont permis d'aborder dans le village de Bedogo (à quelques kilomètres au Nord de Doba) puis de Beboye à 40 km au nord/nord ouest de Doba) avec les producteurs et l'encadrement agricole les questions de l'évolution de la fertilité dans la région. A la suite de la tournée de terrain une présentation de l'intérêt et des limites des systèmes semis direct et couverture végétale a été réalisée devant les représentants des GUMAC (Groupements d'Utilisation de Matériel Agricole en Commun, une trentaine de responsables en assemblée Générale représentant 900 GUMAC) et les différents acteurs du développement rural dans la zone.
- A Moundou, le 25 novembre une réunion avec les cadres du PASR et du PAOP a permis de dégager les premières impressions de la mission et de cadrer la suite de cette mission. Le 26 novembre, une conférence débat sur les systèmes avec semis direct dans un couvert végétal, introduite par le préfet de Moundou a permis une information sensibilisation sur le thème du semis direct et une discussion avec les principaux acteurs de la région..
- Le 27 novembre, au CNAR (Centre National d'Appui à la Recherche), une conférence débat a vu la participation des Ministres de l'agriculture, de l'environnement et de l'enseignement supérieur, des directeurs généraux et directeurs de ces ministères (ainsi que de l'élevage) et des bailleurs de fonds. L'après midi a été consacré à des discussions avec la coordination générale et la coordination scientifique du Prasac.
- Une présentation pour un public plus étendu s'est déroulée au centre culturel français le 29 novembre devant une cinquantaine de personnes donnant lieu à un débat animé sur les potentiels et les contraintes des techniques de semis direct dans un couvert végétal.

³ Fichier de présentation powerpoint en annexe

⁴ Bureau de liaison des actions du diocèse

PROPOSITION TECHNIQUE ET FINANCIERE POUR UN PROGRAMME DE RECHERCHE DEVELOPPEMENT sur la fertilité des sols de koro sur lesquels sont pratiquées les cultures pluviales de coton, sorgho, arachide et mil avec des gammes d'épuisement différentes.

la mission devra formuler une proposition technique et financière pour un programme de recherche développement (expérimentation et diffusion) de moyen terme dans une optique de discussion avec la partie tchadienne dans le cadre de la mise en œuvre du Plan d'Intervention pour le Développement Rural. La liaison des partenaires tchadiens avec un réseau de compétences régional sur l'agroécologie sera un élément essentiel afin de bénéficier des expériences déjà accumulés dans d'autres pays (nord Cameroun et Madagascar notamment).

Cette proposition sera mise en œuvre dans le cadre technique et financier du PASR

Après cette première mission d'identification,

une mission d'un agronome junior pendant 2 à 3 mois aura pour objectif:

- Un complément d'analyse de la situation
- La confirmation du choix des sites d'expérimentation et d'enquêtes
- La finalisation des partenariats avec l'ITRAD, l'ONDR et le PASR mais également avec certaines ONG qui sont intéressées
- La préparation du programme pour les saisons 2002 et 2003 avec un chiffrage précis de l'ensemble des activités, les commandes de matériel (mécanisation) et de matériel végétal.

Contrat d'assistance technique

Cette mission sera prolongée par un contrat de 2 ans d'assistance technique MAE pour mettre en place en relation étroite avec le travail réalisé dans le Nord Cameroun un programme de recherche développement pendant les saisons 2002 et 2003.

Ce programme comprendra principalement

- Des enquêtes fertilité pour savoir quelle est la réalité de ces questions de dégradation de la fertilité et les remettre en perspective dans un zonage où l'agropédologie sera croisée avec les systèmes. Ces enquêtes seront complétées par de petites expérimentations simples sur la fumure organique et la fumure minérale dans des terroirs présentant une gamme représentative en terme d'épuisement.
- Un approfondissement de la connaissance des relations agriculture élevage pour bien comprendre, les contraintes et les potentiels de ces relations, les situations favorables et les zones où l'installation de tels systèmes demandera plus de temps ou bien la résolution de certaines contraintes.
- Des expérimentations (dispositif statistique avec 2 répétitions et un nombre relativement limité de traitement)
 - Sur le comportement des plantes de couverture
 - Sur le tri des itinéraires techniques de gestion de ces plantes de couverture (association, succession, rotations)
 - Sur l'introduction des plantes de couverture dans le système à base sorgho coton

Ces expérimentations (à préciser avec une mission d'appui d'un agronome senior) devront être conduites en milieu contrôlé au moins pour ce qui concerne les contraintes de feux de

brousse et de vaine pâture. La station de Deli à une vingtaine de kilomètres au Nord de Moundou représente une situation intéressante pour de telles expérimentations. Il sera intéressant d'identifier 1 ou deux autres situations bien différenciées et vraiment représentatives en terme de contexte agronomique et socio-économique. Les deux extrêmes de l'éventail pourraient être Benoye pour la problématique de la régénération coûteuse et longue de sols très dégradés, et Djoy 3 pour la problématique de la conservation et de l'amélioration de la fertilité des sols des fronts pionniers.

Contractualisation

Une partie des expérimentations sur le moyen et le long terme pourra être contractualisée avec l'ITRAD. Les objectifs, moyens, dispositifs, présentation des résultats, chronogrammes seront négociés et contractualisés entre le PASR et l'ITRAD.

Une partie des enquêtes sur les réalités des contraintes et des tests sur plante de couverture, fumure, variétés pourra être contractualisée avec l'ONDR ou avec des ONG qui travaillent sur le sujet. Comme pour l'expérimentation, objectifs, moyens, dispositifs, présentation des résultats, chronogrammes seront négociés et contractualisés entre le PASR et les partenaires intéressés.

Formation

Un gros effort de formation pour les chercheurs et techniciens comme pour les producteurs est indispensable. Des relations importantes seront développées avec le nord Cameroun mais aussi avec les autres régions dans lesquelles un travail sur les systèmes avec semis direct et couverture végétale est réalisé (Brésil, Madagascar...). Des stages de durées diverses, des visites échanges pourront être organisées.

Approche participative

De nombreuses passerelles avec les producteurs utilisateurs des résultats de la recherche développement et leurs organisations devront être établies:

- Participation aux négociations des contractualisations (conception des objets de recherche),
- Restitutions des résultats des enquêtes et des expérimentations
- Visites échanges autour des expérimentations conduites au Tchad mais aussi au Cameroun
- Formations diverses

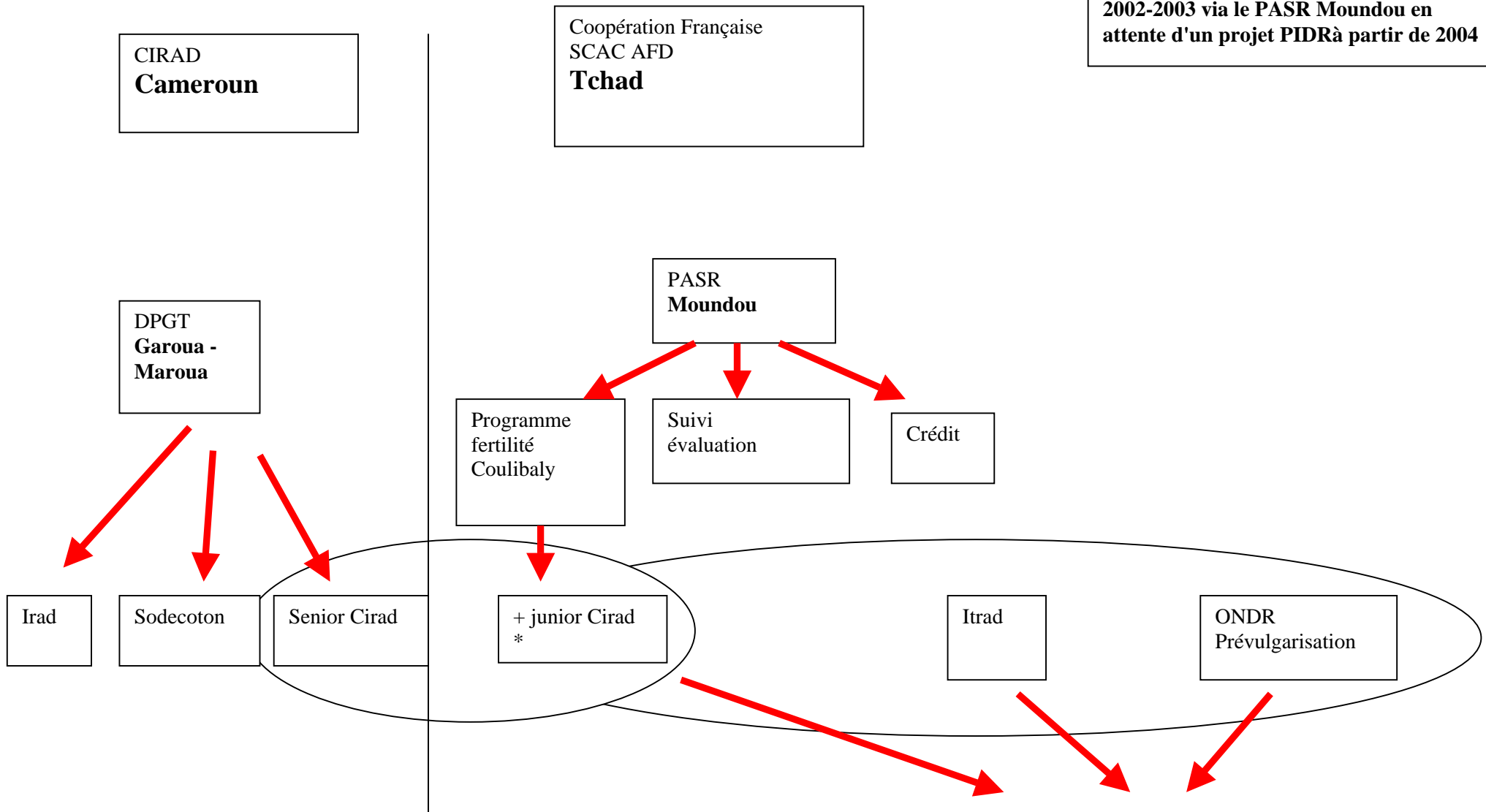
Missions d'appui

En dehors des échanges réguliers avec le Nord Cameroun, des missions d'appui et de suivi des activités de l'AT devront être prévues notamment pour les différentes disciplines connexes zootechnie, économie, sociologie, biométrie, biologie du sol, malherbologie, machinisme, suivi évaluation.

La diffusion

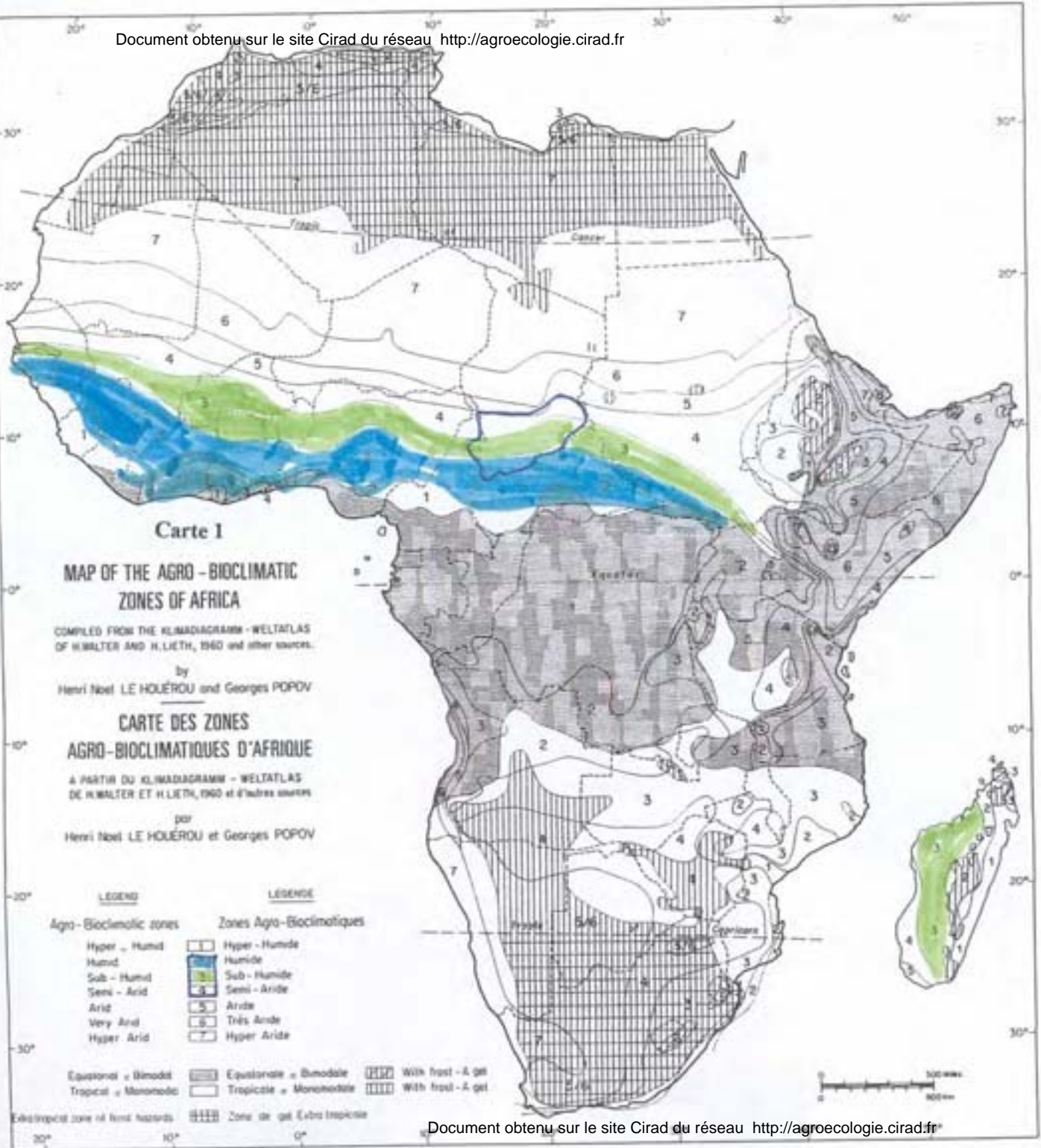
Il ne peut être question de penser à une diffusion à une échelle significative pendant cette période de deux ans en dehors des terroirs sur lesquels expérimentations et enquêtes seront menées. Ce sera l'objet du projet qui sera préparé pendant ces deux années. Néanmoins quelques indicateurs de suivi-évaluation (cf. document en annexe) pourront être utilisés.

**Montage d'une opération préliminaire
2002-2003 via le PASR Moundou en
attente d'un projet PIDR à partir de 2004**



* 3 mois de préparation
+ poste ATD à partir du 01/05/2002

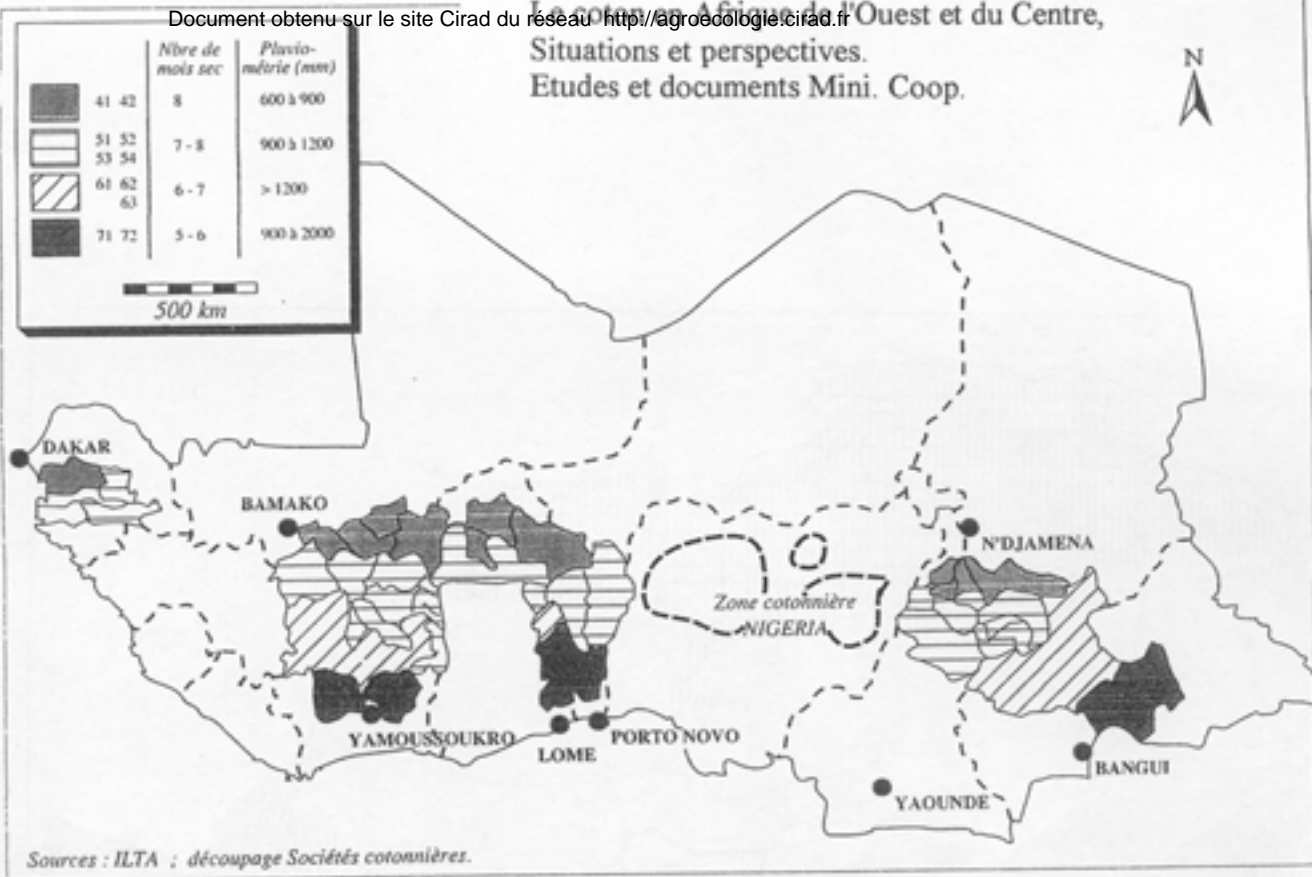
Terroirs 14 sites communs ONDR Itrad
+ station Deli
+ terroir épuisé Benoye
+ front pionnier Djoy 3
sols de koro avec systèmes coton sorgho



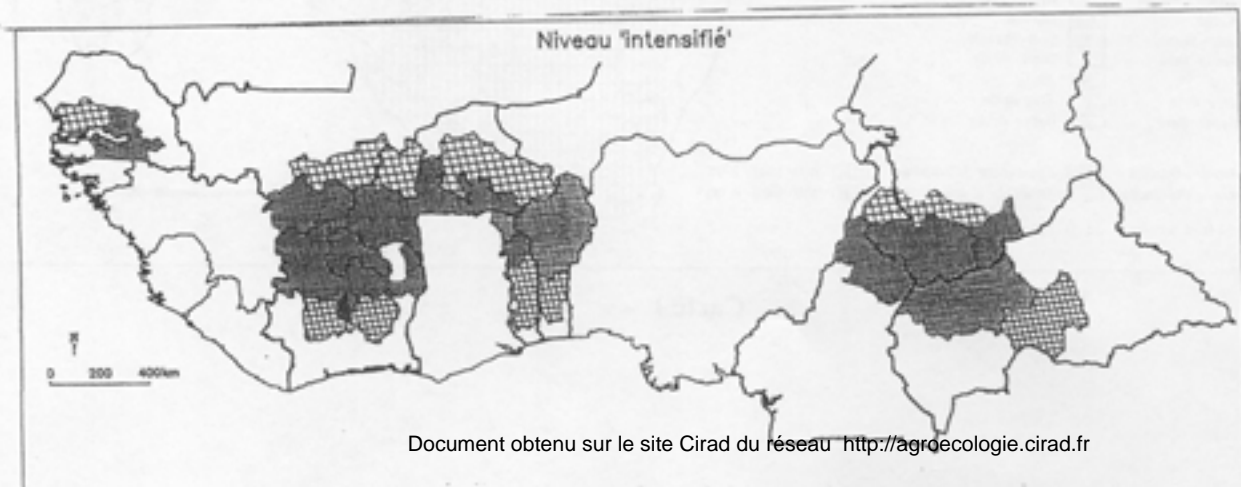
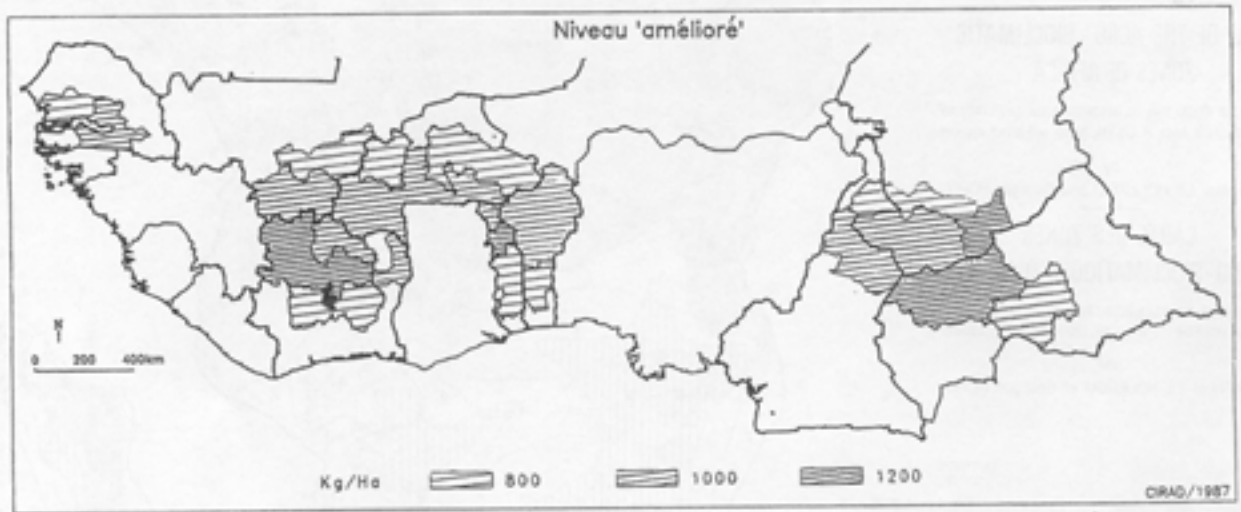
2a : zones de culture

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Ministère de la Coopération 1991.
Le coton en Afrique de l'Ouest et du Centre,
Situations et perspectives.
Etudes et documents Mini. Coop.



2b : rendements potentiels du coton



Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Budget

Les éléments fournis ci-dessous ne peuvent représenter que des ordres de grandeurs. Un des objectifs de la mission de l'agronome junior pendant sa mission préparatoire devra être de les affiner

Rubrique	Montant en 1000 € pour 2 ans
Expérimentation	100
Enquêtes et suivi évaluation	100
Formations des chercheurs, techniciens et producteurs	100
Visites échanges	50
Missions d'appui	50
Fonctionnement personnel, carburant, déplacements fournitures	100
Total	500 k€

LE MILIEU ET SES CONTRAINTES/PRODUCTION AGRICOLE **(Jacques Arrivets)**

Préambule

- rappel : l'objectif à court terme, opérationnel, de la mission est de concevoir un projet sur 2 ans (2002-2003) préparatoire à un projet SDSCV à long terme dans le cadre du PASR à partir de 2004. Les ambitions du 1^{er} projet sont limitées et vont à l'essentiel : traiter la situation la plus préoccupante la dégradation de la fertilité des sols (exondés⁵) cultivés en coton, depuis des décennies parfois, sur l'unité pédologique largement la plus représentée les « sols de koro ».
- situation voir cartes 1 et 2:
 - importance de « l'enclavement » : surcoût des intrants agricoles accès très difficile aux marchés extérieurs (cf. G. Magrin 2000, tableau ci-dessous et carte3)

Tableau 1 : coût de revient (Fcf) pour la COTONTCHAD de 100 kg d'engrais (1994)

Prix FOB port européen	11.500	Indice 100
Prix CAF Douala	14.000	122
Prix rendu usine	23.000	200
Prix rendu marché comptant	24.000	210
Prix rendu marché à crédit	30.000	260

Source : BEROUD 1994 : 9. Ces prix s'entendent pour un marché supérieur à 15.000 tonnes, passé directement par appel d'offre par la COTONTCHAD, et pour une mise en place dans les villages en fret retour de camions de coton-graine, sans marge bénéficiaire ni commission de gestion pour la société cotonnière.

- au cours de la 1^{ère} partie de la mission effectuée avec Dominique Rollin du 21 au 30 novembre, bon nombre de nos interlocuteurs à N'Djamena dans les ministères en charge des questions rurales⁶ a signalé le besoin d'avoir un document faisant le point, un bilan, sur les acquis de la Recherche Agronomique dans le sud du pays.

Au cours de la 2^{ème} partie de la mission, effectuée du 30 novembre au 13 décembre, j'ai tenté de rassembler le maximum de données, qui pourraient être utiles à une telle synthèse. Le calendrier de cette 2^{ème} partie avec la liste des personnes rencontrées figure en annexe. Je remercie tous ceux, responsables dans les ministères, organismes de développement ou de recherche, projets ou ONG, ont accepté de me recevoir et s'entretenir avec moi. Je fais une mention spéciale pour Hugues Saragoni, conseiller du directeur du PCVZS, dont l'aide amicale et les précieuses synthèses qu'il a rédigé récemment m'ont rendu beaucoup service.

Il n'était pas question, ni possible de faire un vrai bilan tant sur les acquis de la recherche que sur la situation du développement. C'est d'abord l'affaire des chercheurs tchadiens, qui en sont parfaitement capable⁷. Il ne s'agissait je le répète que de rassembler les premiers éléments d'un dossier avec les informations tirées de la documentation accessible dans un temps aussi court et de trop brefs entretiens.

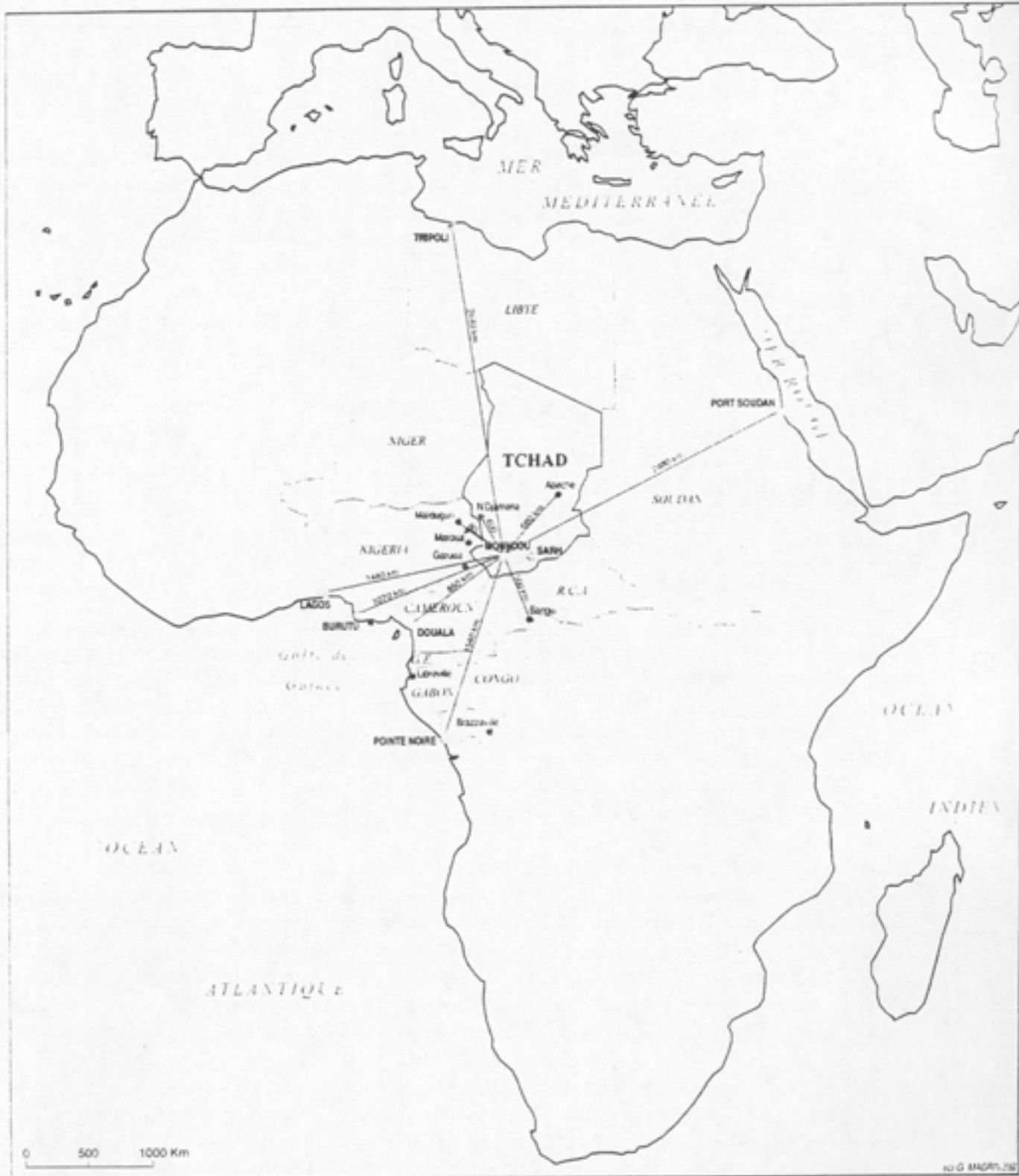
⁵ système : coton-sorgho

⁶ ainsi que leur structure de liaison et même à la direction nationale de l'ITRAD

⁷ tout au moins faudrait-il qu'ils y participent et que l'on puisse avoir libre accès aux archives (Bebedja)

Carte 3 : L'enclavement géographique : écrans étatiques des côtes

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>



Tchad
 Zone soudanaise du Tchad
 Etats limitrophes
 Autres pays

Ports utilisés pour les relations entre le Tchad et l'extérieur

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Distance entre Moundou et les autres villes

QUELQUES DONNEES SUR LA PRODUCTION AGRICOLE VEGETALE DE LA ZONE SOUDANIENNE

Le coton est le pivot des systèmes de production végétale de la zone soudanienne, auxquels il confère, conjugué à la prépondérance des céréales traditionnelles, les « mils », une certaine uniformité au delà des variantes locales.

Il sera question surtout de cette culture, la seule partiellement intensifiée –voir plus loin. Les surfaces étaient de l'ordre de 300 000 ha et la production de 200 000 t en moyenne au cours des dernières années, voir figure 5, avec de gros écarts de rendements entre les parcelles traditionnelles et celles « en production ».

Les statistiques de production pour les autres principales cultures au cours de la dernière décennie sont données dans le tableau 2 (tiré de Saragoni, 2000) avec les réserves d'usage sur la valeur des statistiques.

Pour les « mils » au sens large sorgho (gros mil) et mil sensu stricto (petit mil) :

- -Les surfaces en sorgho oscillent entre 300 et 380 000 ha avec des rendements moyens de 500 à 750 kg/ha et une production correspondante de 150 à 290 000 t/an. On n'observe pas de tendance notable, à la baisse ou la hausse, des surfaces ou rendements au cours de ces 10 ans ; on peut considérer qu'en moyenne les surfaces sont de 300-350 000 ha, les rendements de 600-700 kg/ha et la production de 200-250 000 t/an. C'est de loin la principale culture vivrière (staple food).
- -Les surfaces en mil pénicillaire varient de 134 à 217 000 ha avec semble-t-il une tendance à la baisse, en moyenne 150 000 à la fin de la décennie contre 200 000 au début. Les rendements variant entre 550 et 650 kg/ha semblent par contre assez stables: 600 kg/ha en moyenne ; les productions correspondantes allant de 205 000 t à 150 000 t au début puis fin de la décennie.

Le maïs est presque exclusivement consommé en épis vert frais, on peut aussi bien le considérer comme une culture maraîchère de champ de case que comme une céréale. C'est encore une plante de soudure.

Le riz cultivé dans les plaines inondables avec un contrôle de l'eau très relatif, n'a pas une place négligeable à l'échelle régionale ; en certaines zones elle est essentielle. Elle ne nous concerne pas ici dans les systèmes pluviaux.

La culture de l'arachide, 2^{ème} spéculation de rente et non pas vivrière uniquement (toute une filière avec des presses artisanales se développe) aurait tendance à s'étendre et concurrencer celle du coton (G. Magrin, 2001). Les surfaces sont en moyenne de l'ordre de 200 000 ha (avec un pic à 250 000) au cours des dernières années, avec des rendements de 800-900 kg/ha et une production moyenne de 180 000 t/an.

Le sésame est une vieille culture traditionnelle, antérieure à celle du coton, qui ne perd pas de son importance et se développe au contraire : surfaces proches de 50 000 ha, rendements de l'ordre de 350 kg/ha et une production de 17-18 000 t/an.

Le tableau 2 ne mentionne pas d'autres cultures qui pourtant le mériteraient, peut être parce qu'il est difficile d'en estimer les surfaces car elles sont toujours pour certaines, souvent pour d'autres , cultivées en association avec les « mils » :

Tableau 2 : EVOLUTION DES SUPERFICIES, RENDEMENTS ET PRODUCTIONS
VIVRIERES DES 12 DERNIERES ANNEES EN ZONE SOUDANAISE

CAMPAGNES	Sorgho			Péniçillaire			Maïs			Riz			Arachide			Sésame		
	S	R	P	S	R	P	S	R	P	S	R	P	S	R	P	S	R	P
1987/89	288 950	661	191 050	195 280	575	112 230	29 140	724	21 090	25 520	1 063	27 120	149 320	764	114 020	36 660	294	10 700
1988/90	339 344	639	216 706	211 300	630	133 153	68 867	340	23 432	33 329	837	27 887	173 187	734	127 161	36 312	312	11 416
1989/91	307 551	490	150 700	196 482	560	110 030	34 536	560	19 340	33 630	730	24 550	156 758	620	97 190	34 852	270	9 100
1990/92	319 846	650	207 900	217 390	590	128 260	53 411	680	36 340	30 456	680	20 710	198 830	760	150 890	10 630	300	13 200
1991/93	342 129	757	258 843	182 623	727	132 226	62 424	780	48 712	43 705	1 179	51 509	214 916	820	176 214	45 003	434	16 506
1992/94	290 000	583	169 200	171 400	548	93 000	56 000	721	40 400	42 800	1 48	6 350	186 800	837	156 400	48 300	596	14 000
1993/95	363 300	647	235 200	182 800	555	101 500	61 900	748	46 300	28 700	1 331	38 200	221 800	810	179 700	44 500	354	11 000
1994/96	324 000	650	210 600	140 278	600	84 167	46 960	750	35 220	32 479	1 199	38 936	197 579	750	148 184	47 289	313	14 500
1995/97	317 891	749	238 063	134 630	661	88 998	36 982	816	30 176	27 134	1 037	28 140	195 737	850	166 326	47 189	386	18 167
1996/98	369 136	658	242 839	150 320	593	89 155	38 180	764	29 168	54 624	618	33 815	250 804	730	183 063	46 416	359	16 233
1997/99	338 131	688	232 472	141 423	596	84 230	51 018	678	34 585	51 488	933	48 498	196 565	833	161 532	37 739	349	13 186
1997/2000	380 836	757	288 134	161 480	648	104 647	45 091	962	43 373	54 815	1 078	59 085	244 886	957	196 042	58 016	413	19 919

S = SURFACES
R = RENDEMENT
P = PRODUCTION

Les cultures associées comme ailleurs en Afrique sont de règle. Parmi ces cultures secondaires les moins à négliger sont :

-celle du poids de terre traditionnelle qui précédait concurremment avec le sésame, les « mils » dans les rotations antérieures au développement de la culture du coton.

Celle du niébé, traditionnelle aussi, mais présentant l'intérêt avec les nouvelles variétés IITA (VITA 5 ...) d'être la seule culture pouvant recevoir des traitements phytosanitaires⁸.

Saragoni, (2000) rapporte aussi quelques statistiques assez anciennes concernant :

-le manioc (de 1977 à 1987), superficie entre 13 000 et 39 000 ha, en moyenne de l'ordre de 25 000 ; pas de données sur les rendements.

NB : les statistiques sur le manioc ont toujours été incertaines,

-le sorgho berbéré (1972 à 1994) occupant localement une place essentielle ; les superficies et rendements, à l'échelle régionale seraient extrêmement variables : 9 000 ha (rendement : 480 kg/ha) en 1979, 34 000 ha (rendement : 700kg/ha) en 1994 en moyennes : 25 000 ha (comme le manioc) et 600-700 kg/ha.

CLIMATOLOGIE

Le Sud du Tchad est une zone intermédiaire entre les climats équatoriaux des régions forestières plus méridionales et sahéliens au Nord (voir cartes 1 et 4 où l'on note que Moundou et Garoua sont sur la même isohyète).

Dans la perspective d'un transfert des acquis, le Nord Cameroun et le Nord Nigeria, sources les plus proches, paraissent les plus prometteuses : SNRA et universités ainsi et surtout que l'IITA principal partenaire des SNRA de la région, dont l'ITRAD des différents états en matière de sélection (manioc, niébé, maïs...) puis le Bénin, le nord de la Côte d'Ivoire, (travaux sur les pâturages (César) et le SCV (Charpentier) dans la zone de Korhogo, le sud du Burkina et du Mali .

La pluviosité, élément déterminant du climat à ces latitudes, est de l'ordre de 1100 mm par an répartis en 5 à 7 mois de mai à octobre (climat soudanien), :avec un gradient Nord Sud :

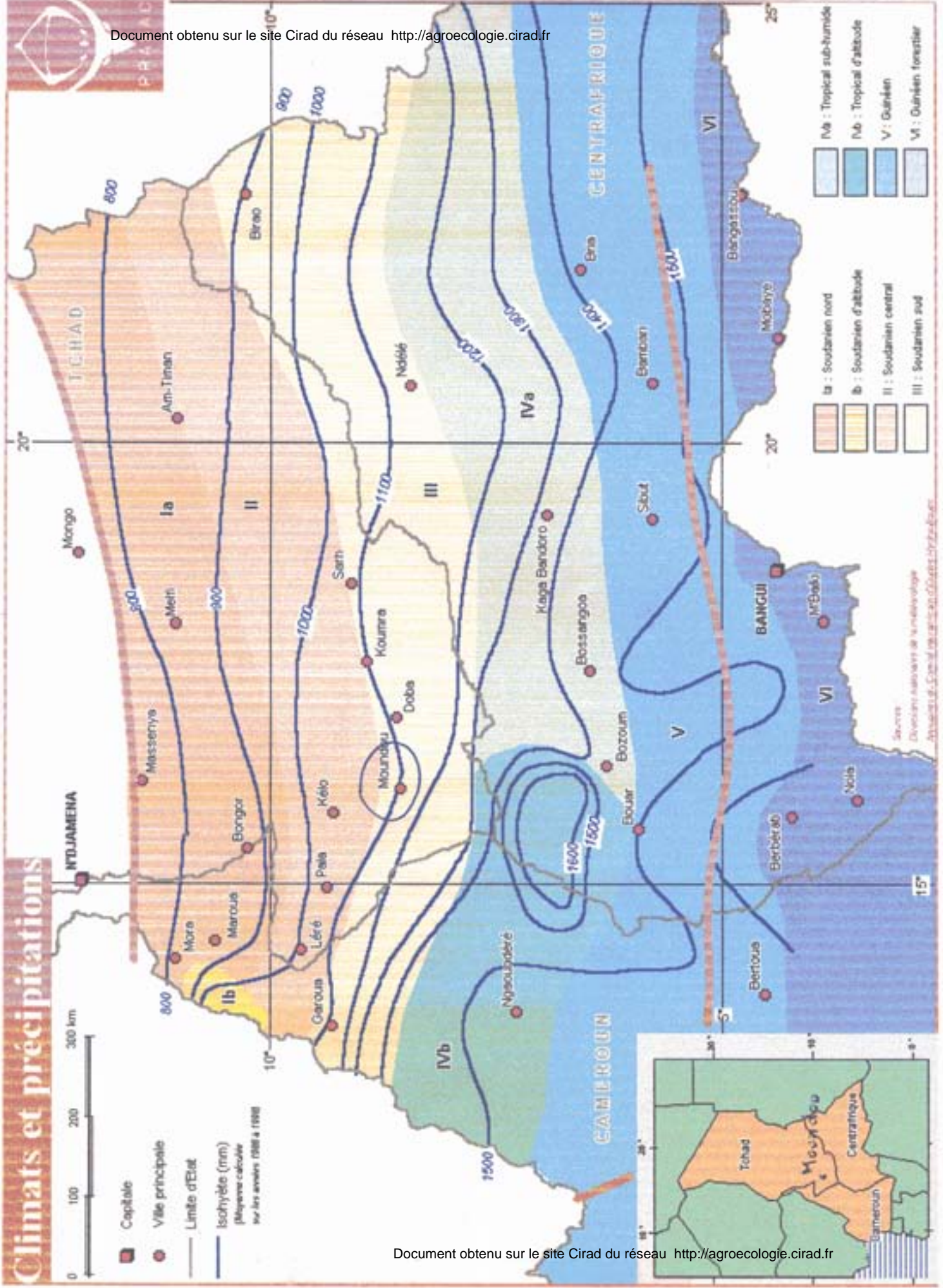
- Soudano-sahélien, 5 mois de pluie (et 900-1000 mm) dans la frange septentrionale,
- soudano-guinéen avec 6-7 mois pluvieux (et 1200 mm) vers la frontière avec la RCA.

Les données pluviométriques mensuelles des principaux postes régionaux ont été rassemblées par Beauvillain (voir annexe) et complétées par Nuttens (1999) puis par Saragoni (2001) qui vient d'en tirer une synthèse à ce jour , cf. tableaux 3 et figure 1 (pluviométrie décadaire moyenne à Moundou)⁹.

Comme dans toutes les régions soudaniennes, la pluviosité est extrêmement variable d'une année à l'autre tant en quantité, hauteurs annuelles et mensuelles voir tableaux a en annexe 2 et figure 2 (évolution de la pluviométrie annuelle depuis 50 ans), qu'en répartition dans la saison -voir figure 3 en annexe 2- (Nuttens, 2000).

⁸ ainsi que parfois semble-t-il le sésame (?)

⁹ Les données plus complètes, journalières, sont disponibles à AGRHYMET à Niamey (Bisson). On pourrait envisager l'exploitation par un stagiaire tchadien avec les logiciels du CIRAD (Bipode ...) sur le modèle de l'étude faite au Nord Cameroun, (cf. Forest, Biandoum et Vallée 1993). Un premier pas dans ce sens a été fait avec un travail de stage de DEA par Ligot.



L'assèchement du climat (moins 100 mm) souvent invoqué paraît discutable, tout comme en Afrique de l'Ouest. (Gigou , 2001 pour le Mali). C'est essentiellement le début de la saison des pluies qui est imprévisible et qui, s'il est trop tardif, peut le plus fortement défavoriser les cultures annuelles. La date de fin des pluies est moins irrégulière : d'où l'intérêt des sorghos photopériodiques nombreux parmi les variétés locales. Il faut aussi « compter » sur des épisodes de sécheresse plus ou moins longues (5 à 20-25 jours), type « veranicos brésiliens », fréquents, comme on peut s'en rendre compte sur la figure 3 (Nuttens, 2000). Il n'y a pas si longtemps, on parlait même d'une petite saison sèche fin juillet, il est vrai irrégulière quant à la période d'occurrence et sa gravité (réf. Bouteyre, 1965) ; il semble, d'après la figure 1, qu'elle aie plutôt lieu début août; on est pourtant assez loin de la zone équatoriale considérée comme vraiment bimodale – voir carte 2 (Le Houerou, Popov et See., 1993).

Quoiqu'il en soit les « veranicos » existent bien, ils sont d'autant plus dangereux que les réserves hydriques du sol sont faibles pour une raison ou une autre (profondeur d'enracinement insuffisante ...); les techniques favorisant l'économie de l'eau au sens large (stockage, diminution de l'ET) sont d'autant plus utiles et constituent un argument en faveur de la couverture permanente du sol.

Pour une idée plus complète du climat : températures, ensoleillement ETP, voir en annexe 2 les données FAO, un peu anciennes, mais encore représentatives du climat actuel, et la figure 3 page suivante (bilan hydrique simplifié à Moundou)

L'importance du drainage potentiel (si on suppose l'absence de ruissellement) y montre combien les risques de lixiviations donc d'appauvrissement des sols en N et en bases, donc d'acidification sont graves et inversement celle de l'érosion quand le ruissellement domine.

Paradoxalement, la perte par ruissellement d'une bonne partie de ces excès d'eau saisonniers est à souhaiter ; à condition que l'on sache maîtriser l'érosion et que l'on aie pris les mesures pour assurer la réserve utile la plus importante possible (cette érosion qui serait si catastrophique à en croire le discours unanime des responsables locaux).

Ce peut être le cas sur certains sols à pente forte, non protégés où le ruissellement diffus (source de l'érosion en nappe dont on sait maintenant que l'importance a été très surestimée) finit par se concentrer en rigoles, source d'une érosion grave (E. Roose). D'ailleurs les paysans labourent pour cette raison dans le sens de la pente, comme au Nord Cameroun et bien d'autres régions.

L'horizontalité de nombreux plateaux de koro, paraît à l'œil quasi parfaite, , bien qu'il y ait de nombreuses dépressions, aux pentes très faibles (< 1-2 %), dépressions qui s'inondent et où l'eau stagne en saison des pluies, ce qui permet de prendre conscience de leur existence; parfois d' ailleurs on y trouve du riz.

Le ruissellement paraît diffus, on ne voit guère de griffes d'érosion (à confirmer ce sera une des tâches de la mission pédologie). L'engorgement des sols semble alors un problème plus important que l'érosion (autre question à étudier par le pédologue).

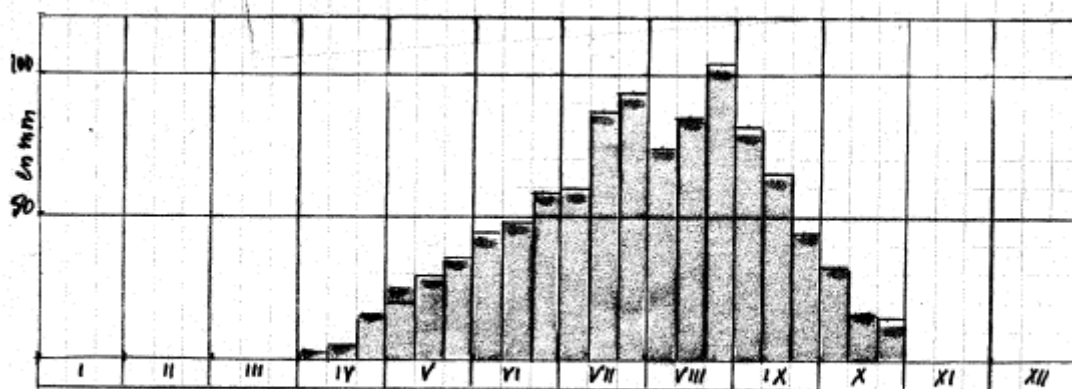
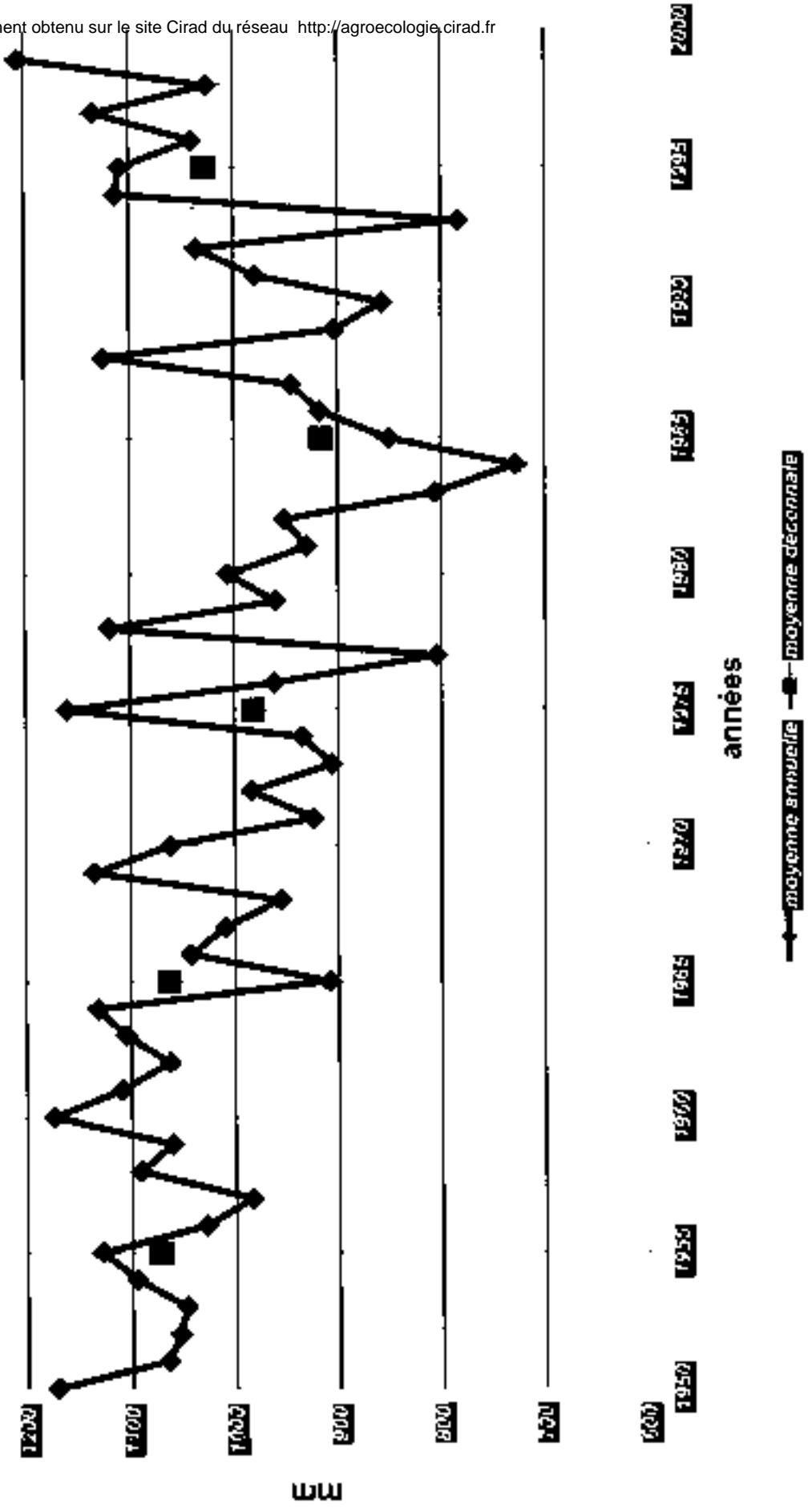


Figure 1 : pluviométrie décadaire à Moundou, données du tableau ci-dessous

Tableau 3 : Pluviométrie moyenne décadaire des vingt dernières années à Moundou (1980-1999 ; sources BEAUVILAIN, 1995, ONDR/DSN et ASECNA/Moundou).

Mois	Pluviométrie (mm)			Mois	Jours (nombre)			Mois
	Décade				Décade			
	1°	2°	3°		1°	2°	3°	
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	-	-	-	3	-	-	-	1
Avril	2	5	15	22	1	1	2	4
Mai	20	29	35	84	2	2	3	7
Juin	44	48	59	151	3	3	5	11
Juillet	60	88	93	241	5	6	6	17
Août	74	85	103	262	6	6	7	19
Septembre	81	66	45	192	6	5	4	15
Octobre	31	16	14	61	3	2	2	7
Novembre	-	-	-	2	-	-	-	1
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel	312	337	364	1018	26	25	29	82

Figure 2 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur 50 ans (1950-1999) dans la zone soudanienne du Tchad (Saragoni 2001)



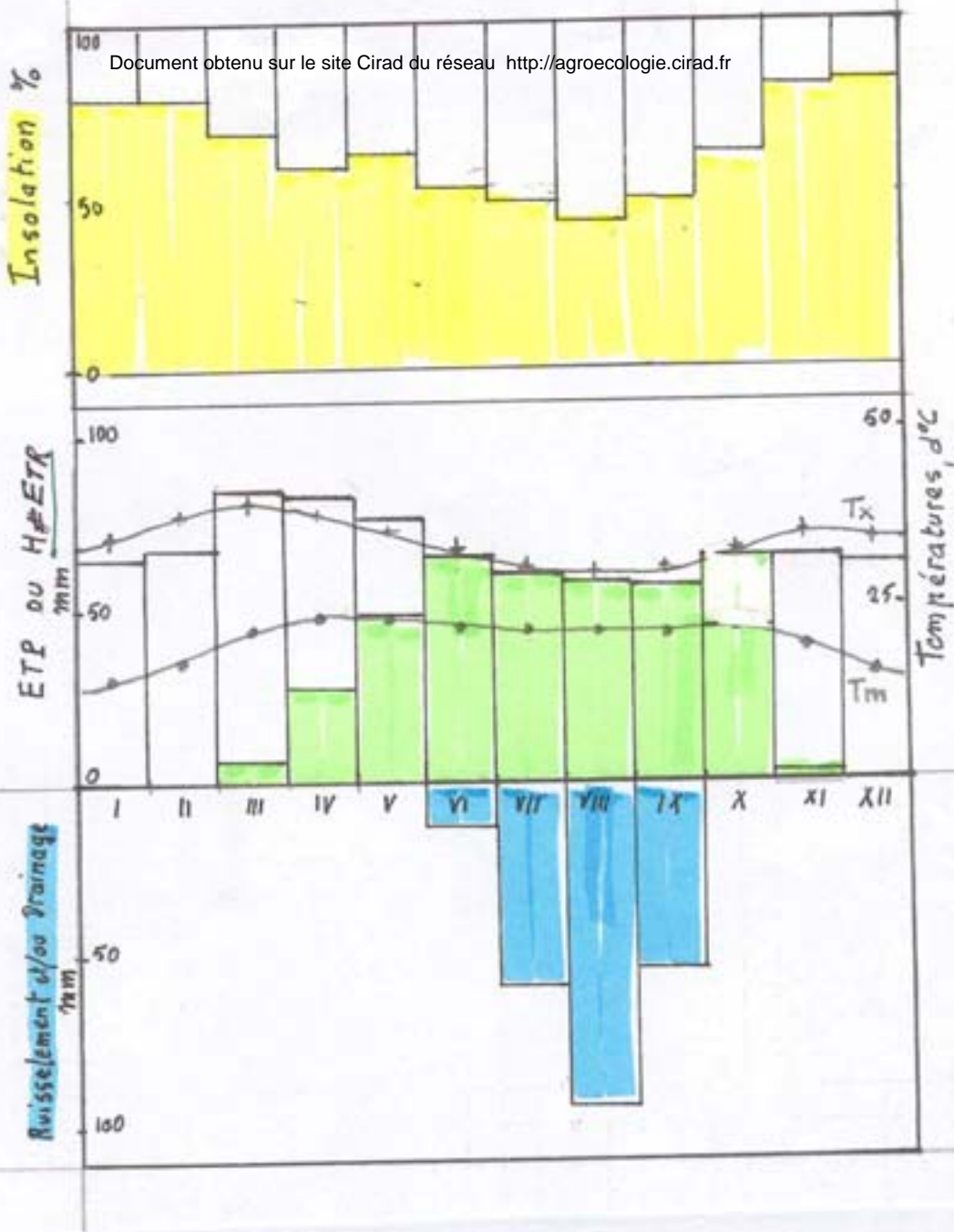


Figure 3 : Bilan hydrique (très simplifié à Moundou, d'après données FAO 1984

$$P(H) ETR + R + D \pm \Delta S$$

On admet ici que :

ETR = P quand $P < ETP$

ETR = ETP quand $H \geq ETP$

Document obtenu sur le Site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

L'excédent $H - ETP$ ruisselle

Ou draine en profondeur (D)

SOLS

Géologie : référence historique Gérard, 1958

Le substratum de la zone est constitué des sédiments de la cuvette tchadienne ; le socle cristallin n'apparaît que tout à fait au Sud.

Au dessus de formations secondaires, en discordance avec le socle, constitué de grès (de Pala...) à leur sommet, on trouve la véritable « roche mère » des sols actuels : les sables de Kelo – voir ci-dessous encadré (extrait de Bouteyre, 1965).

Encadré 1

La formation suivante débute par un grès à texture moyenne ou quelquefois grossière, de couleur claire : blanc ou très légèrement jaune. C'est le début de la série des sables de Kelo où nous distinguerons de bas en haut : sables blancs et sables rouges. Cette formation appartient au Continental Terminal, qui paraît occuper le Tertiaire, avec des alternances de morphogénèse et de calme favorable à la pédogénèse.

Les sables de Kelo, particulièrement les sables rouges, occupent la majeure partie de la zone étudiée. Les puits profonds montrent qu'il y a toujours superposition des sables rouges sur les sables blancs, ce qui explique la grande extension des sables rouges, surtout dans les Koros. De façon générale il semble que les sables blancs soient peu épais, beaucoup moins que les sables rouges qui peuvent dépasser 30 mètres. Les sables blancs, peu consolidés sont bouillants et à ce titre redoutés des puisatiers.

Ces sables de Kelo ont une origine fluviatile certaine. On y reconnaît la stratification entrecroisée typique de ce mode de dépôt. Ceci est particulièrement net au contact entre sables blancs et sables rouges. En effet le passage des uns aux autres montre des alternances souvent répétées et très distinctes de sables blancs et de sables rouges et ceci sur une épaisseur de plus d'un mètre (puits de Djoro).

Ces sables paraissent provenir du démantèlement d'anciens sols ferrugineux ou ferrallitiques qui auraient ouvert l'arrière pays cristallin, à la faveur de phases rhéxistatiques importantes (changements climatiques ou mouvements tectoniques).

Cette formation du « continental terminal » (recouvrant en gros) le tertiaire se retrouve ailleurs en Afrique : au Togo et Bénin, sous le nom de « sables roux », en Côte d'Ivoire : sables tertiaires, en Casamance ...

La région est caractérisée par les Koros et les sols de Koro qui d'après Mégé et Ehrwein, 1976, représentaient 2/3 des sols cultivés en coton à l'époque. L'étude de référence reste celle de Bouteyre (1965) dont on a extrait l'encadré 2 :

Encadré 2

La zone étudiée est donc principalement celle des Koros et des grandes vallées qui les séparent.

On appelle Koro une unité géomorphologique et géographique caractérisée avant tout par l'absence d'une nappe d'eau à la profondeur pouvant être atteinte par les puisatiers africains avec leurs moyens traditionnels.

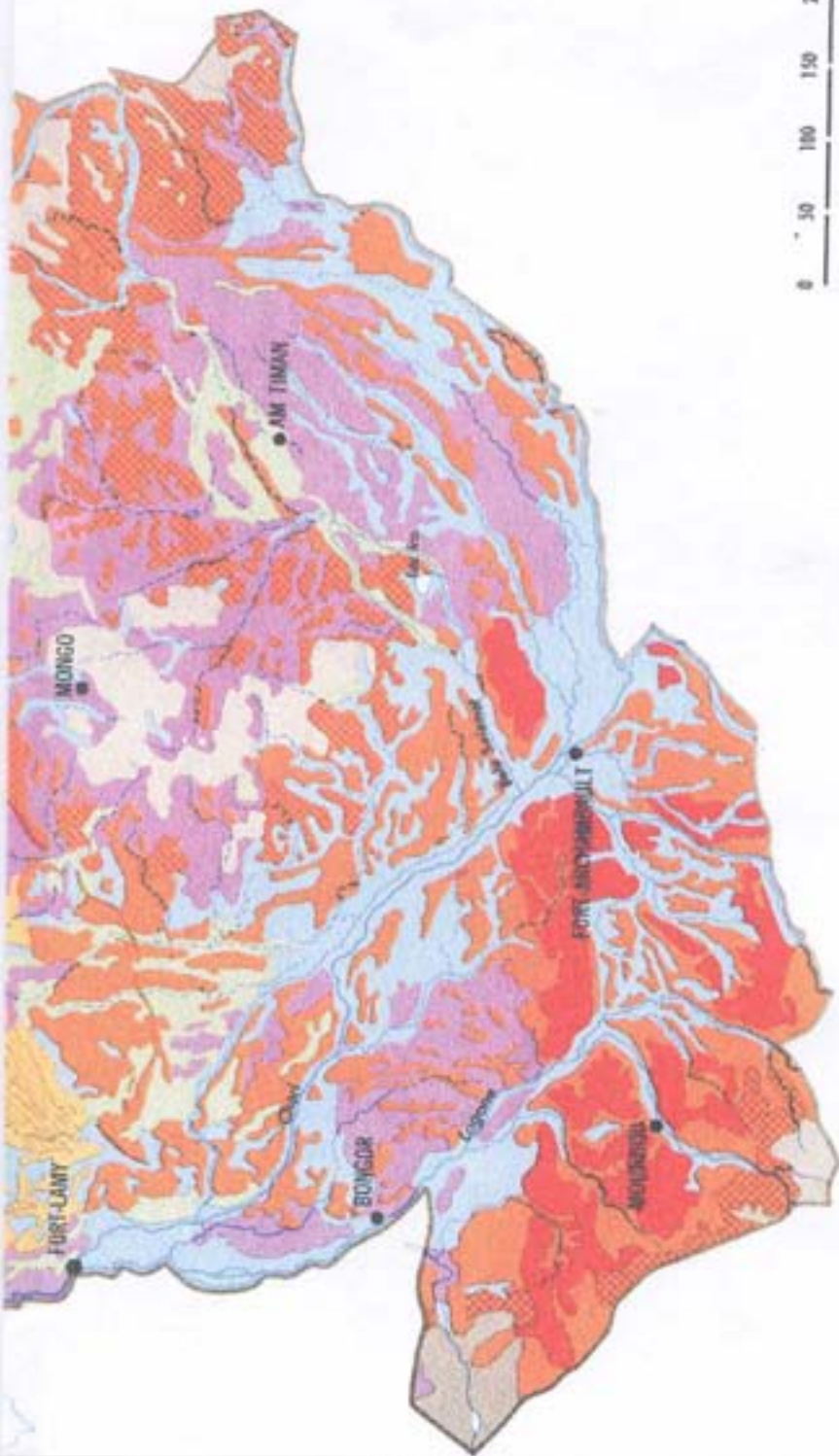
Les Koros représentent les premiers reliefs au Sud de la Cuvette Tchadienne quand on quitte les grandes plaines d'inondation, reliefs en général peu accentués, avec des pentes douces. Ils sont entaillés de vallées sèches bien marquées, peu nombreuses. Les sommets sont au maximum à 70 à 100 mètres au-dessus du niveau général. La zone étudiée est donc comprise entre des altitudes allant de 360 mètres sur le Logone à Laï, à 550 mètres sur le Koro de Manang, avec un sommet à près de 630 mètres sur un pointement voisin de Begamber.

Les Koros portent des sols rouges sableux à sablo-argileux en surface, très utilisés à la périphérie, à proximité des villages. Plus on s'avance vers l'intérieur des Koros, plus les puits sont profonds, jusqu'à la limite des possibilités, et plus les villages sont rares donc les cultures aussi.

De façon générale le relief des Koros paraît résulter d'une dissection des sables de Kelo. Mises à part les buttes isolées dont nous avons déjà parlé, certaines zones bien consolidées constituent les points hauts et servent pratiquement d'armature. Le réseau hydrographique responsable de ce découpage étant, sans doute, mieux alimenté que le réseau actuel, d'où l'existence d'un certain nombre de vallées sèches qui ne sont plus fonctionnelles de nos jours.

Une redistribution des matériaux a donc été effectuée après la mise en place des sables de Kelo et postérieurement à la première pédogenèse. En particulier les sables rouges ont descendu les pentes et ont été plus ou moins mélangés aux sables blancs remaniés avec eux. Cette dissection des Koros est à rattacher à une phase pluviale importante du quaternaire ; elle a pour conséquence un remaniement important des matériaux qui sont étalés en immenses glacis, notamment au Nord de la région des Koros proprement dits et dans la cuvette de Doba. Il n'est pas rare de trouver des sables rouges profondément enterrés à grande distance des Koros (exemple au puits du village de Ter à l'Est de Laï – Pias 1954).

Ce n'est qu'après cette phase de morphogenèse due à l'érosion que la dernière pédogenèse a pu s'exercer, donnant naissance à des sols en général profondément lessivés, aussi bien sur les sables rouges et les sables beiges que sur les matériaux complexes locaux issus de leur mélange. Des cuirasses de bas de pente, formées de gravillons ferrugineux et de débris de «matériaux rouges» soudés entre eux sont observés çà et là en bordure des Koros et notamment dans la vallée du Logone à hauteur de Moni.



D'après la Carte au 1/1 000 000 dressée par J. Plan en 1954

-  Dunes
-  Soils désertiques et subdésertiques
-  Soils sablonnes sur sables
-  Soils sablonnes sur sables avec sols hydromorphes et halomorphes
-  Soils ferrugineux tropicaux profonds
-  Soils ferrugineux tropicaux à cuirasse
-  Soils rouges ferrallitiques
-  Vertisols
-  Sols halomorphes
-  Sols hydromorphes
-  Carboneux sableux
-  Zones rocheuses et sols d'érosion

Carte 5 : carte pédologique du Tchad Méridional

Pour G. Magrin 2001 le terme koro désigne une unité géographique locale : les plateaux d'interfluve. En langue vernaculaire, le mot aurait à peu près la signification de « la brousse » (non peuplée car pas d'eau accessible).

L'étude de Bouteyre, malgré ses limites (tous les résultats d'analyse de sols n'étaient pas disponibles au moment de la rédaction de la notice, en particulier sur P) a servi de base, pour cette région, à la carte ORSTOM au 1/1 000 000 de l'ensemble du Tchad (PIAS 1964, 1970) voir carte 5 ci contre (ORSTOM Classification française et Carte b en annexe 3 Classification FAO). On en a extrait les caractéristiques essentielles des 2 principales unités pédologiques de ces sols de Koro :

- sols ferrallitiques rouges ou ocre rouge profonds,
- sols ferrugineux tropicaux beiges

dans une fiche de lecture jointe en annexe 3 incluant un extrait de la carte de Bouteyre au 1/200000 .

Les sols de la station semencière de Deli (jadis station de recherche pour les cultures vivrières) sont représentatifs des sols rouges ; ceux de la station de Bebedja couvrent une gamme plus complète : sols rouges de plateau aux sols hydromorphes de bas fond ...

Un autre type de SFT (Sol Ferrugineux Tropical), couvrant probablement des surfaces non négligeables et cultivé (parfois ? souvent ?) en coton, est caractérisé par une hydromorphie saisonnière ; ils paraissent situés dans des dépressions difficilement perceptibles dans les koros (au sens de plateau d'interfluve) tellement les pentes en sont faibles. Leur texture serait plus fine, avec tendance à la battance, ils auraient une cuirasse à plus ou moins grande profondeur.

De façon générale, la stagnation des eaux de pluies sur les koros, semble fréquente. Ce qui ne fait qu'aggraver l'hydromorphie plus ou moins systématique de la zone de transition entre l'horizon superficiel sableux et celui sous jacent, plus argileux des SFT.

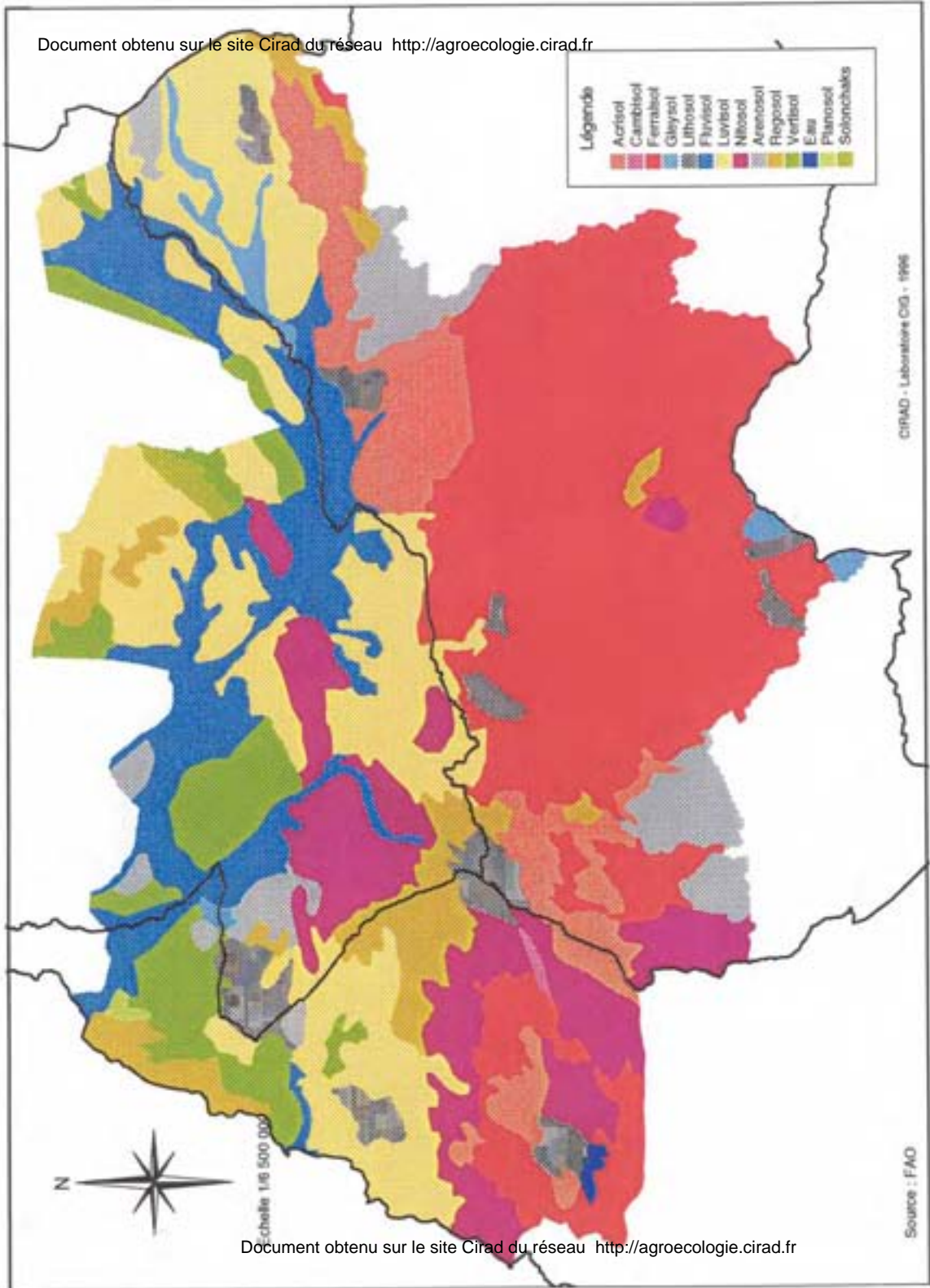
Les études ORSTOM à grande échelle (1/200 000ème de reconnaissance au mieux) utilisant une classification (Aubert, 1960, 1966) ancienne sinon désuètes, plus guère admise au plan international¹⁰, pourraient être mises à jour, complétées par les quelques études plus récentes (?) en association avec une enquête-fertilité faisant le point sur ce problème (toujours avancé comme prioritaire).

NB : l'autre catégorie de sols très importante est celle des sols hydromorphes des vallées (culture du riz, des sorghos désaisonnées (Berbéré ou Muskwaari), pâturage de saison sèche...) ne serait prise en compte que dans le projet à long terme, à partir de 2004.

Enfin un dernier extrait (encadré 3) de Bouteyre 1965 rappelle les conceptions courantes au début des années 60 sur les problèmes agronomiques posés par ces sols de koro et les solutions envisagées à l'époque qui pour beaucoup sont encore d'actualité

¹⁰ ne restent en pratique que la classification FAO et américaine (USDA soil taxonomy, 1998)

Carte 5 Zone du PRASAC
CARTE DES SOLS



LEGENDE DU SCHEMA PHYSIOGRAPHIQUE DE LA ZONE PRASAC

Alluvions actuelles et récentes, fluviales



soils hydromorphes.

Alluvions récentes et anciennes de la plaine lacustre interne.



soils peu évolués, hydromorphes (soils vertiques)

Alluvions anciennes :



plaine lacustre externe, soils argileux de type vertique, hydromorphes.



premier delta du Chari à levées sableuses, soils ferrugineux.

second delta du Chari à cuvettes argileuses et levées sableuses, soils hydromorphes, soils vertiques, soils ferrugineux.

Alluvions fluviales néotchadiennes et terrasses



soils peu évolués, soils ferrugineux, +/- hydromorphes, (sableux-argileux à sableux)

Alluvions variées, plaine d'inondation des "bahr",



soils vertiques hydromorphes, soils ferrugineux hydromorphes.

Erg ancien



soils peu évolués d'apport, soils ferrugineux.

Cordon littoral (limite du paléo lac Tchad)



soils peu évolués d'apport.

Formations sédimentaires :



tertiaire (Continental terminal),
soils rouges ferrugineux (modaux, lessivés, indurés)



crétacé, bassins synclinaux, roches et soils variés.



crétacé gréseux, bassin de la Bénoué, (grès de Garoua), soils ferrugineux.



crétacé gréseux, plateau de Gadzi, (grès de Carnot), soils ferrallitiques appauvris.



crétacé gréseux, plateau de Ouadda (grès de Mouka-Ouadda),
soils ferrallitiques appauvris.



piémont Oubanguien, soils ferrallitiques remaniés ocres.

Socle antécambrien roches indifférenciées :



massif central tchadien, soils ferrugineux peu lessivés.



piémonts de la dorsale centrafricaine, soils ferrugineux.

Dorsale africaine (interfluve Tchad-Congo)



soils ferrallitiques remaniés +/- décolorés.



soils ferrallitiques remaniés modaux et indurés

Roches volcaniques (épandages et coulées) basiques :



soils ferrallitiques typiques.

Socle antécambrien roches basiques :



piémonts des monts Mandara, soils vertiques.



plateau de Bilolo soils ferrallitiques typiques.

Reliefs résiduels et buttes cuirassées :



lithosols.

Encadré 3

Comme nous l'avons vu, les Koros constituent des unités géomorphologiques assez bien définies, avec :

- une majorité des sols rouges profonds,
- une auréole de sols beiges profonds remontant dans les vallées sèches,
- une zone haute où affleurent des lambeaux de cuirasse et le matériau rouge induré.

L'ensemble est parfaitement sain, sauf quelques petites surfaces très localisées (replats sur les pentes – cuirasses ou carapaces peu profondes) où peuvent se développer des conditions d'hydromorphie.

De façon générale, les Koros sont très utilisés dans leur périphérie par l'agriculture africaine, avant tout par suite des facilités de travail et d'accès.

L'assolement le plus courant est le suivant : coton – mil – mil de repousse plus arachides plus divers.

Coton graine 140 à 500 kg/ha

Mils

- sorgho précoce 4 à 600 kg/ha
- sorgho de saison 5 à 800 kg/ha
- petit mil hâtif 2 à 300 kg/ha
- petit mil tardif 500 kg/ha

Arachide 700 à 1200 kg/ha

Manioc très variable

Nous avons tenté de rattacher les rendements du coton aux grands types de sols. Les rendements sont bien connus par canton mais les types de sols ne suivent pas les limites administratives, aussi le tableau page 86 est-il bien difficile à interpréter. Les variations de rendement d'une année à l'autre sont plus importantes que les différences d'un canton à un autre.

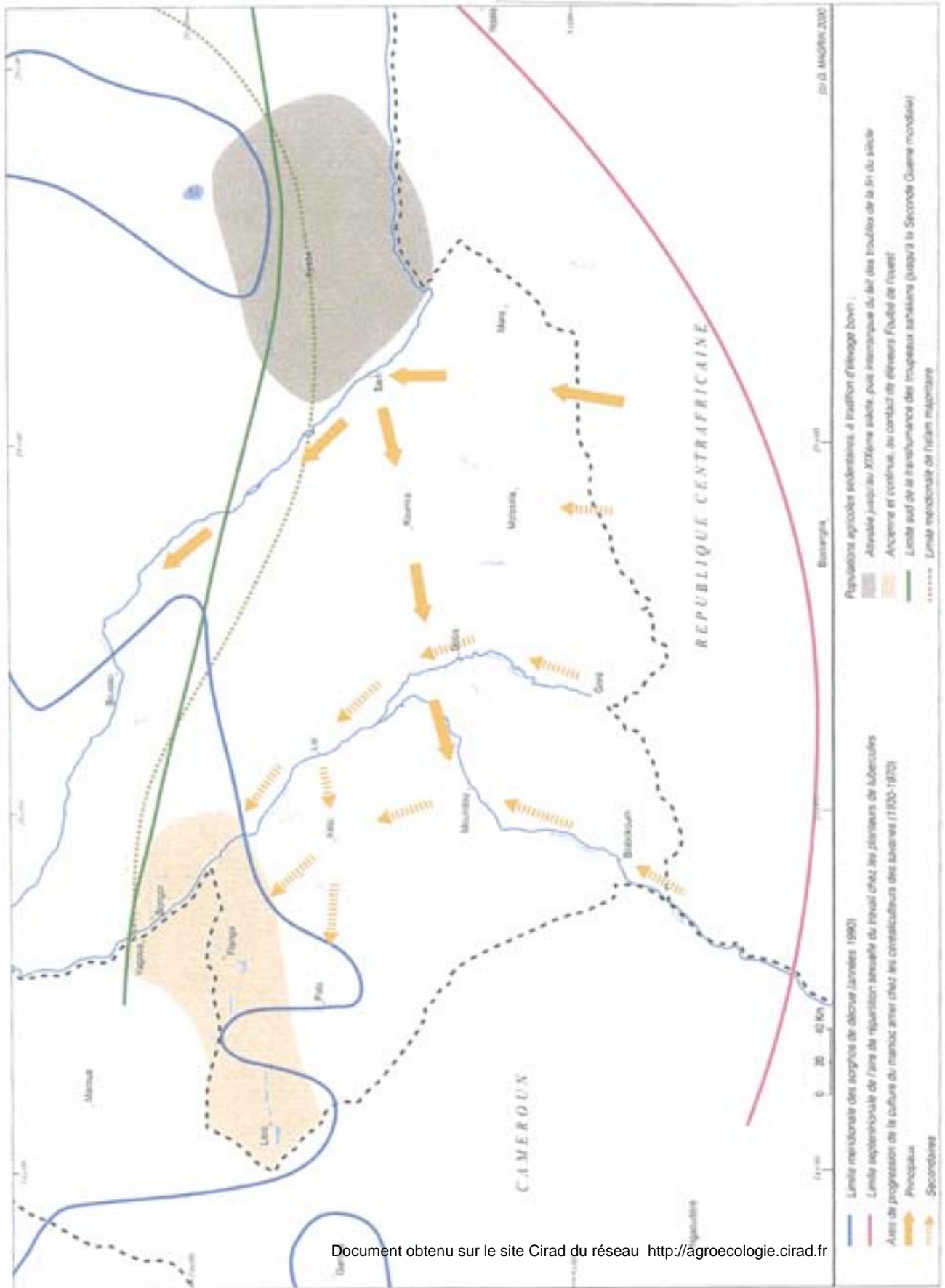
Cependant les zones à sols beiges à forts caractères d'hydromorphie et les sols rouges dégradés ont des rendements en coton-graine plus faibles que les autres. Par contre un sol peu profond, à gravillons ferrugineux porte des cultures de coton tout aussi valables qu'un sol rouge profond, à condition que la jachère ait été assez longue.

Pourtant bien souvent la succession du mil sur le coton ne suffit pas, à surface égale à nourrir l'ensemble de la population. Lorsque la densité de la population atteint et dépasse 30 habitants au km² les jachères deviennent insuffisantes et les sols perdent leur fertilité et se dégradent. Les remèdes peuvent être de plusieurs ordres :

- augmenter les rendements à surface cultivée égale,
- accroître la valeur de reconstitution des jachères,
- diminuer ou tout au moins limiter la population par unité de surface
- et envisager le transfert du surplus sur des surfaces actuellement peu utilisées,
- produire un supplément de vivres dans les grandes vallées alluviales voisines,
- et utiliser les terres des Koros de façon plus modérée.

Ces types de solutions ont été proposées depuis plusieurs années et ont conduit à des débuts de réalisations dans le cadre de différents paysannats :

- paysannats tendant à améliorer les rendements – et les jachères – par l'amélioration des techniques culturales et l'introduction de la culture attelée : Dolougou – Bodo
- paysannats de peuplement de zones inoccupées, avec introduction de techniques culturales adaptées : Talia – Badé
- paysannats tendant à l'introduction de cultures adaptées aux zones plus ou moins inondées des bordures des Koros : Bangoul
- paysannats d'utilisation des zones inondables : Marba



SYSTEMES DE CULTURE

Les systèmes agraires du Tchad sont caractérisés par l'antagonisme, plus marqué qu'ailleurs en Afrique, entre les 2 grands systèmes de production :

- l'élevage ici essentiellement nomade, avec une tendance à se déplacer vers le Sud : assèchement du climat des dernières décennies (peut être ? probablement ? momentané à l'échelle du TEMPS ?) et recul de la zone à tsé-tsé (idem ?),
- la production agricole traditionnelle presque exclusivement manuelle sans tradition d'élevage bovin associé . sauf exception : voir carte – région Pala près du Cameroun.

Avec le développement de la culture du coton, la culture attelée a commencé à être introduite à la fin des années 1950 mais a (eu) beaucoup de mal à s'implanter (% d'exploitation avec des bœufs de trait ?) l'équipement correspondant en particulier en charrettes est très en retard par rapport aux pays voisins (ce qui est surprenant car le transport est d'ordinaire la 1^{ère} étape de la mécanisation).

On prétend (J. Gigou com. pers.) que le récent succès du « labour chimique » au Nord Cameroun s'expliquerait d'abord par la difficulté des agriculteurs locaux à maîtriser les problèmes de l'élevage sédentaire (affouragement ...) alors pour le Tchad !

Systèmes de production agricole

Ce sont donc presque exclusivement des systèmes de production végétale. Le nombre d'exploitation avec attelage de bœufs est très inférieur à celui de ceux qui ont une charrue. Le travail à l'entreprise a donc une particulière importance en ce qui concerne le « labour », avec les conséquences habituelles sur la qualité du travail et le retard de son exécution, donc le recul des dates de semis particulièrement défavorable en zones soudanienne.

En fait il s'agit d'une sorte de désherbage rapide préalable au semis, destiné à faire gagner du temps sur le 1^{er} sarclage.

Systèmes de culture :

on distingue 2 grands systèmes liés à la position topographique :

- les systèmes strictement pluviaux, sur les parties hautes du paysage, comme les koros, en principe bien drainés, mais en fait pas toujours,
- les systèmes de plaines et de bas de pentes, saisonnièrement submergées : rizicultures inondées sans guère de contrôle de l'eau et sorghos de décrue (Berbéré).

Les deux peuvent coexister dans un système d'exploitation, aux calendriers culturels assez complexes. On ne traite ici, dans la perspective d'une 1^{ère} phase de mise à l'épreuve de la SDSCV que les systèmes pluviaux sur sols de Koro ; ceci afin de mettre le maximum d'atout du côté de l'opération, pour ne pas disperser ses activités.

Evolution des systèmes pluviaux (sur Koro)

Je n'ai rien trouvé d'écrit sur les systèmes les plus anciens (« premiers ») du temps où la population était très faible et la forêt couvrait probablement l'ensemble de la zone. Sans remonter aux origines : à l'agriculture itinérante, au sens strict quand le déplacement des villages (et leur mince couronne de cultures très secondaires) était conditionné par l'épuisement des ressources cynégétiques et de cueillette de la forêt environnante¹¹.

On peut penser que les systèmes traditionnels étaient assez proches de ceux décrits par de Schlippe pour le Congo¹². Système basé sur la jachère de durée suffisamment longue, pour que la forêt climacique se réinstalle : 10 ans et plus ; d'autant plus lentement que la durée de la saison sèche s'allonge au fur et à mesure que l'on se dirige vers le Nord. La jachère de longue durée assurait la stabilité du système (régénération de la fertilité par remontée d'éléments minéraux profonds, accumulation de litière, donc de matière organique ...), tout en réglant, à moindre effort, à moindre frais, le problème des mauvaises herbes (héliophiles donc étouffées par les arbres). En allant vers le Nord, forêt claire, savane arborée, puis savane, ce sont les grandes graminées, (type *Andropogon*, *Pennisetum*), qui jouent le rôle de la végétation arborée : elles étouffent les mauvaises herbes annuelles, leur système racinaire, aussi profond et peut être plus dense, filtre les eaux qui percolent (supprimant les pertes par lixiviation), remonte les éléments minéraux (N, Ca, K, ...). Elles sont de plus pyrophiles (bien nécessairement le feu étant devenu un élément très contraignant du système).

Parallèlement les arbres disparaissent sauf ceux qui sont protégés : Karités et Nérés caractéristiques du paysage de savanes de toute la bande climatique soudanienne d'Afrique de l'Ouest et du Centre.

Ces systèmes n'ont probablement que très peu évolués au cours des derniers siècles jusque dans les années 40 à 50¹³, pour lesquelles on dispose des informations fournies par Gaidès (1956), quand le coton prenant vraiment de l'importance modifia profondément les systèmes céréaliers traditionnels « les cultivateurs ont ajouté il y a¹⁴ une vingtaine d'année le coton culture imposée à leurs cultures traditionnelles, vivrières ; il s'est surtout développé après la 2^{ème} guerre ».

On trouvait avant l'introduction du coton quelques types d'assolement avec de nombreuses variantes selon la qualité du sol, les ethnies (connaissant un plus ou moins grand nombre de cultures, et pour celles-ci de variété de cycles, ou autres caractères, différents).

Parmi ces types l'un des plus importants m'a paru particulièrement intéressant par ce qu'il alterne une jachère de longue durée de type traditionnel ancien (environ 10 ans) à une jachère courte (3 ans) telle qu'elle se généralise actuellement.

Rappelons que pendant les 2-3 premières années de jachère, les graminées annuelles, les « mauvaises herbes » à faible système racinaire, sont dominantes. Ce n'est qu'entre la 3^{ème} et 7^{ème} année que les graminées pérennes (*Andropogonées* ...) prennent le dessus ; si elles ne

¹¹ cycle de 20-30 ans avant retour aux mêmes lieux

¹² et aux temps antérieurs à l'introduction des plantes cultivées amérindiennes (maïs, manioc, haricots ...) par les côtes qui n'ont d'ailleurs atteint la région que très tard vu les distances et obstacles.

¹³ c'est un peu le cas des campagnes françaises

¹⁴ avec très localement d'autres types de « parcs » : à *Faidherbia*, à *Borassus*

sont pas trop pâturées et sans feux de brousse, leur système racinaire très puissant et profond leur permet de jouer le même rôle que la jachère forestière (voir plus haut) et stocker du carbone malgré les pertes par les feux de brousses malgré les pertes par les feux de brousses. : Leurs racines stockeraient 3 fois plus de carbone que les parties aériennes : 20 tonnes de matière sèche /ha contre 6 ! (Klein et César, 1999) La recolonisation plus ou moins rapide selon l'état d'épuisement de la parcelle: rapide et complète en front pionnier, lente et incomplète sur les sols très dégradés par des décennies de culture des vieux bassins cotonniers.

Alors pourquoi cette jachère de 3 ans que l'on retrouve actuellement ? Comment agit-elle ? sur la population de nématodes dit-on, mais encore ?

Schématiquement on avait sur défriche de la longue jachère :

- un 1^{er} cycle de 4 à 5 cultures suivi d'une jachère courte (3 ans)
- puis 2^{ème} cycle de 2 à 3 cultures suivi de la longue jachère (10 ans).

Le «mil» au sens large (petit mil: Pennisetum et «gros mils»: sorghos) prenant une grande place, c'est la culture vivrière essentielle: au moins 2 ans¹⁵, parfois 3 et 4 en 1^{er} cycle, et 1 fois en 2^{ème} cycle.

Sa place dans l'assolement est variable:

- pour certains (la plupart des Sara?): il n'est pas cultivé en défriche, il y donnerait une mauvaise récolte, ils le placent en:
 - 2^{ème} année après une «avant culture»¹⁶ au 1^{er} cycle,
 - après une arachide en 2^{ème} cycle.

On termine le 1^{er} cycle par le mil, ou une arachide ou un manioc¹⁷ après son introduction tardive dans la zone par le mil en général en 2^{ème} année. Le mil est souvent associé au niébé.

- Pour d'autres, qui ont en général, un plus large éventail de cultures, le sorgho est toujours mis en tête d'assolement.

CULTURE DU COTON

Les débuts et jusqu'en 1960

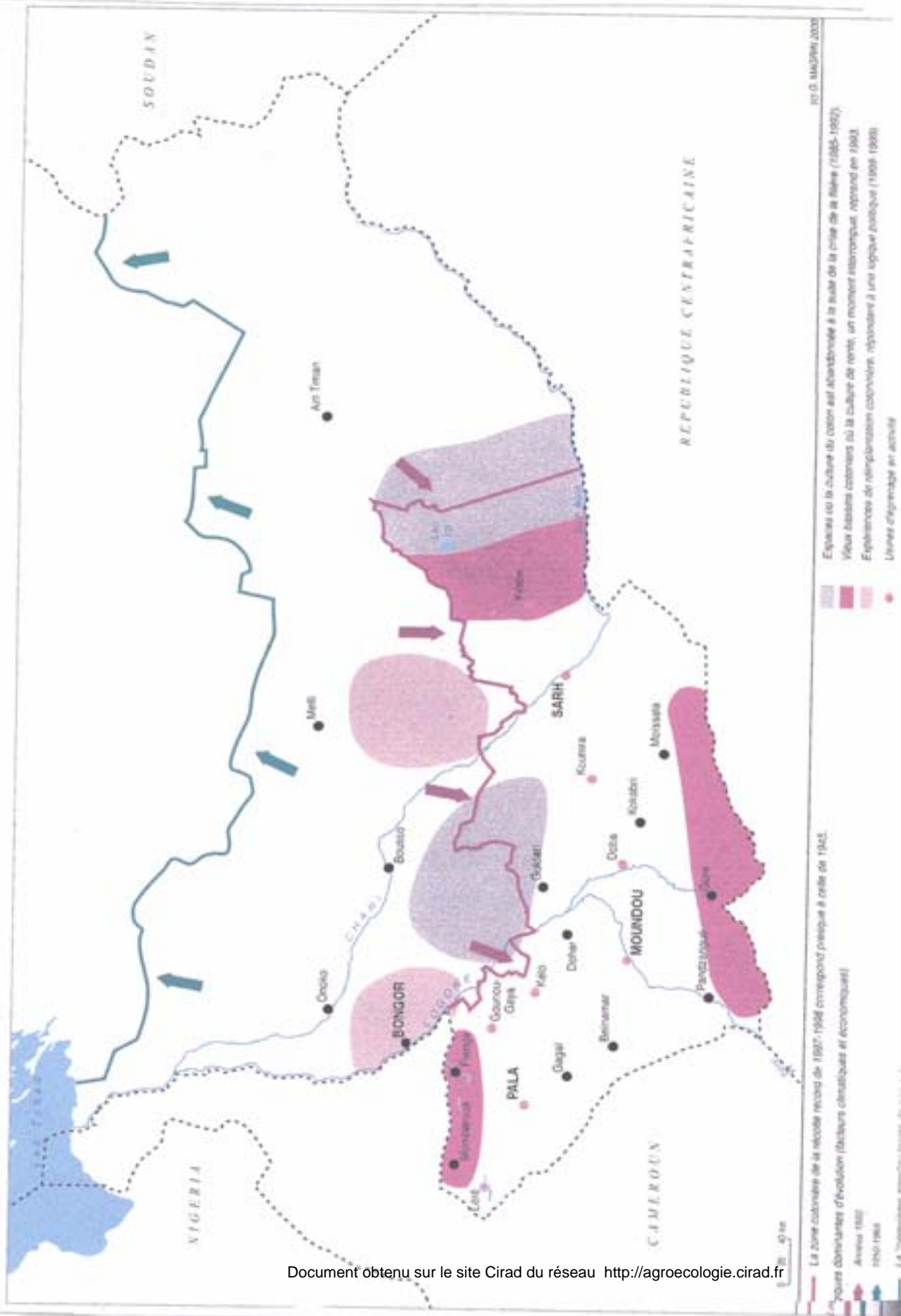
Au début de la vulgarisation, de la culture (obligatoire)¹⁸ du coton : l'assolement « mil » - coton - arachide fut conseillé. Il s'est révélé mal adapté pour plusieurs raisons (habitude, faibles performances du coton), refusé par les paysans et le coton est passé systématiquement en tête d'assolement, où il est resté depuis. Un rééquilibrage en faveur des céréales a également eu lieu. En résumé à l'assolement sésame - « mil » - « mil » - jachère s'est substitué : coton- mil- mil- jachère puis l'alternance (coton-sorgho) répétée plusieurs fois avant jachère.

¹⁵ fréquemment des repousses en 2^{ème} année

¹⁶ les techniques culturales de cette « avant culture » (du sésame ou du pois de terre en général) sont très curieuses : pas de défrichage, pas de houage, semis à la volée et sarclage (arrachage des touffes de graminée) après levée !

¹⁷ l'histoire de la progression du manioc vers le Nord puis de sa régression avec le repli des troupeaux vers le Sud n'a pas été vraiment étudiée

¹⁸ la monétarisation par l'impôt obligatoire



Les défrichements se sont accrus, la longueur des jachères a diminué, évolution classiquement universelle suite à l'augmentation de la population, facilitée localement par la possibilité nouvelle de faire des forages dans les koros.

Le développement du coton et des surfaces cultivées en général, s'est fait sur un mode très extensifs ; sans intrants, avec la houe comme seul outil de travail du sol : houage avant semis, puis sarclages (2 pour les céréales¹⁹, 3 pour le coton).

Période 1960-1990.

Je n'ai trouvé qu'un seul article, Beroud, 1974, donnant le point de vue d'un développeur. Par la suite²⁰ ; il faudrait exploiter les rapports de campagne CFDT. Il compare les rendements des cultures de coton « traditionnelles », c'est à dire sans intrants et « en productivité » nom donné au Tchad aux cultures menées en suivant les conseils de la vulgarisation (fumure minérale, 3 à 5 traitements phytosanitaires), dans le Mayo Kebi (une des plus importantes zones de production de coton du « bassin cotonnier » tchadien) dans la période 1969-73. Il en ressort que :

Les cultures « traditionnelles » sont plus sensibles aux aléas climatiques :

- déficit de pluviosité global (zone Nord) ou retard du début des pluies ou excès de précipitation en août,
- ensoleillement insuffisant (zone Sud).

Les cultures « en productivité » s'en tirent mieux : semis plus précoces, traitements phytosanitaires.

Les rendements tant "en productivité" qu'en culture traditionnelle sont d'autant meilleurs que l'on est dans une phase précoce de vulgarisation c'est à dire que la culture est implantée d'abord sur les meilleures terres et que la « productivité » attire d'abord les meilleurs agriculteurs.

Beroud a obtenu un ajustement linéaire entre les rendements moyens totaux (R), rendements moyens traditionnels (Ro) et le % de surface cultivé « en productivité » (x) :

$$R = Ro + ax^{21}$$

R potentiel en productivité : $R_p = Ro + 100a$
avec des coefficients de corrélation de 0,7 à 0,9

A l'heure actuelle on sait que 50 % des surfaces cultivées en coton ne reçoivent aucun intrant (ni engrais, ni traitement phytosanitaires !) et que les intrants reçus « en productivité » sont bien inférieurs aux normes préconisées ; les engrais seraient souvent revendus à moindre prix aux riziculteurs des plaines voisines mais ils ne seraient pas remboursés. Les déficits de la coton Tchad sont systémiques, les raisons seraient multiples.

¹⁹ les cultures vivrières étaient très sales, seuls les panicules émergeaient au dessus des mauvaises herbes à la récolte !

²⁰ on doit une fois de plus déplorer le peu de place accordée aux auteurs venant du développement, dans les revues de recherche agricole jadis, naguère ; actuellement c'est pire

²¹ ce qui ne paraît que tout à fait logique

Les autres informations accessibles proviennent des chercheurs :

- soit économistes, donnant une bonne vue d'ensemble des problèmes de l'agriculteur, de ses solutions mais avec une tendance à survoler les questions proprement techniques,
- soit agronomes avec lesquels c'est différent l'accent est mis sur ce qu'il faudrait, pas sur ce que l'on peut ou pourrait faire.

Parmi les 1^{er} on retiendra G. Raymond 1991 dont on tire les observations suivantes rapportées dans les encadrés 4, 5 et 6, valables pour la fin des années 1990 :

Encadré 4

LA FIXATION DE L'AGRICULTURE

En 1960, les 92 % des parcelles cotonnières (estimées au total à 300 000 hectares) étaient installées sur des terres jamais cultivées ou en jachères de longue durée.

En 1989, seulement 15 % des parcelles cotonnières sont installées après une jachère d'au moins 4 ans.

En 1989/90, l'enquête de l'ONDR a étudié les antécédents cultureux sur 4 années pour 1414 parcelles vivrières et 840 parcelles cotonnières (de 624 exploitations agricoles réparties dans 30 villages de la zone cotonnière principale). Les résultats moyens font apparaître la fixation de l'agriculture dans cette zone (39 % des parcelles coton sans jachères depuis 4 ans).

Tableau n° 4 : Répartition des parcelles cotonnières (de 1989) suivant les antécédents cultureux (depuis 1985)

	absolu	%
nombre de parcelles	840	100
sans jachère depuis 4 ans	327	38,9
avec au moins une jachère	513	61,1
dont en jachère depuis 1985	(124)	(14,8)

Source : ONDR 1990 (enquête suivi-évaluation 1989/90)

L'examen des antécédents cultureux (depuis 1985) des 1414 parcelles vivrières de 1989 donne la répartition suivante (en considérant l'ensemble des différentes soles sur 5 ans) :

- 31 % JACHERE
- 10 % COTON « traditionnel » (voir ci-dessous la définition)
- 13 % COTON « en productivité » (voir ci-dessous la définition)
- 46 % VIVRIERS

Sur 5 années de culture seulement 13 % des 7070 (1414*5) soles ont reçu une fumure et 31 % des soles sont en jachère. Le graphique de la page suivante montre la répartition de l'occupation de ces parcelles par année.

Depuis 1960 la population du Sud du Tchad et les surfaces en cultures vivrières ont doublé en 25-30 ans. La culture cotonnière par contre s'est concentrée dans certaines zones voir carte 7/ zones cotonnières.

Bien que la jachère soit encore pratiquée, mais elle est très courte faute de terres disponibles, il n'y a pratiquement pas de culture continue, les terrains ne sont pas essouchés, on peut considérer que les cultures sont pratiquement fixées.

En ce qui concerne le calendrier agricole et les itinéraires techniques il rapporte que :
Encadrés 5 et 6

CALENDRIER AGRICOLE

La campagne agricole commence en avril et se termine fin mars.

Les travaux commencent par le débroussement de la sole d'ouverture, qui est généralement le coton ou le sésame. Les terrain n'étant, en général, pas dessouchés, il y a encore peu de cultures fixées.

La préparation du sol est effectuée en général soit à la charrue « Bourguignon » pour la plupart des champs de coton et quelques parcelles de vivriers, soit à la houe. Ces travaux ne peuvent se réaliser qu'après des pluies suffisantes. Le fait de « labourer » (il s'agit en fait plutôt d'un grattage) avec la charrue, permet d'alléger le premier sarclage. Parfois faute de temps et surtout si les pluies sont tardives, les semis sont réalisés sans préparation du sol. Dans ce cas, le premier sarclage est très important et très pénible.

Les semis ont généralement lieu en avril-mai en commençant par le sorgho et le mil puis l'arachide et le coton.

En juillet, les pépinières de berbéré (sorgho repiqué) sont mises en place. A la même époque doit se faire le premier sarclage du coton.

Très peu de parcelles étant dessouchées, les sarclages en culture attelée sont rares. D'autres cultures de moindre importance sont aussi à considérer :

- le riz dont les semis se font en juin-juillet (dans la partie nord de la zone – plaines inondables),
- les tubercules (manioc et autres),
- les courges et le maïs (en association avec les autres cultures principales).

Ces cultures permettent de limiter les périodes de soudure.

Les récoltes commencent en août avec les premiers sorgho, alors que les sorgho tardifs vont jusqu'en novembre.

L'arachide aussi s'étale plus ou moins mais est généralement récoltée en octobre.

La récolte de coton se déroule de novembre à janvier.

Les études sur les temps de travaux sont, comme d'habitude, très difficiles à appréhender mais il apparaît que la période d'activité agricole principale est située entre le 1^{er} mai et le 31 décembre (voir enquête village de Mounouma Campagne 1988/89, R. Fortier et H. Guibert, IRCT/Bébedja Tchad). La période de pointe entre juin et août limite les superficies cultivées par actif (de l'ordre de 1 ha/actif).

NIVEAU D'INTEGRATION AGRICULTURE ELEVAGE FIN DES ANNEES 1980 ET CONSEQUENCES

Le développement de la culture attelée en l'absence de charrettes .

La culture attelée a été vulgarisée depuis les années 1950. En 1989 pour l'ensemble de la zone soudanienne environ 25 % des exploitations agricoles sont équipées en culture attelée (voir annexe 3 tableau 3) et le nombre respectif des bœufs et du matériel est le suivant :

90 000 paires de bœufs,

75 000 charrues,

15 000 charrettes.

La culture attelée est présente dans chaque village et la quasi totalité des parcelles cotonnières est labourée ainsi que le tiers des parcelles vivrières. Il s'agit en fait d'un grattage superficiel qui permet d'enfouir les jeunes herbes (ce travail du sol permet de retarder le premier sarclage). Cependant une part non négligeable de parcelles vivrières (en particulier derrière coton) est semée sans préparation du sol.

La diffusion de la traction bovine permet une meilleure préparation des sols mais surtout des semis plus précoces pour le coton. De plus l'influence sur la diminution de la pénibilité du travail est aussi importante. Cependant la faiblesse du nombre de charrettes (5 % seulement des exploitations sont équipées) et l'absence de fabrication de fumier ne permet pas l'apport de fumure organique. LA SITUATION S'AGGRAVE même si les parcelles ne sont pas dessouchées (présence en particulier de nombreux karités et nérés), et si la superficie cultivée par actif augmente peu dans les exploitations équipées (du fait du travail à façon dans les exploitations non équipées).

En conclusion l'on se trouve dans une situation de sols fragiles, par absence de restitution organique, avec un développement de la culture fixée, et de la culture attelée « sans » charrette ; une très faible fumure minérale en l'absence de fumure organique. La faible densité de la population 19 habitants par km² permet encore une culture itinérante dans de nombreux villages, mais la situation deviendra rapidement grave sans changement des techniques d'exploitation des sols.

Figure 5a Évolution de la production de coton au Tchad de 1929 à 1999

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

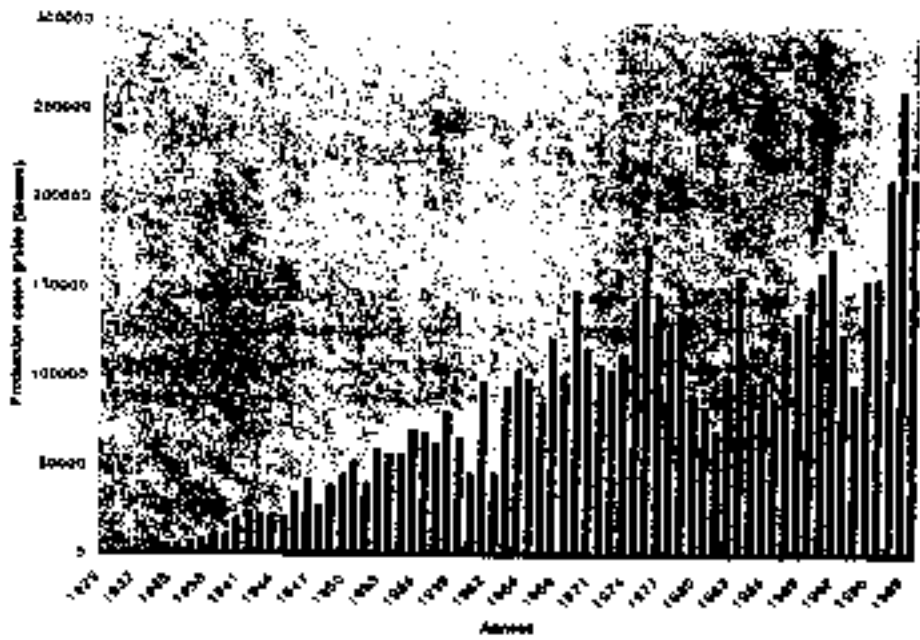
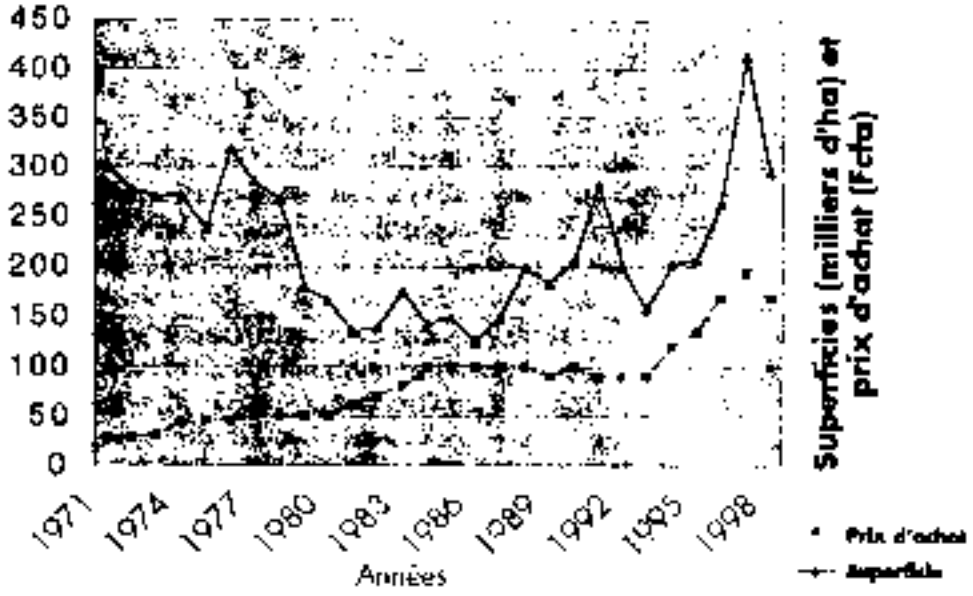


Figure 5

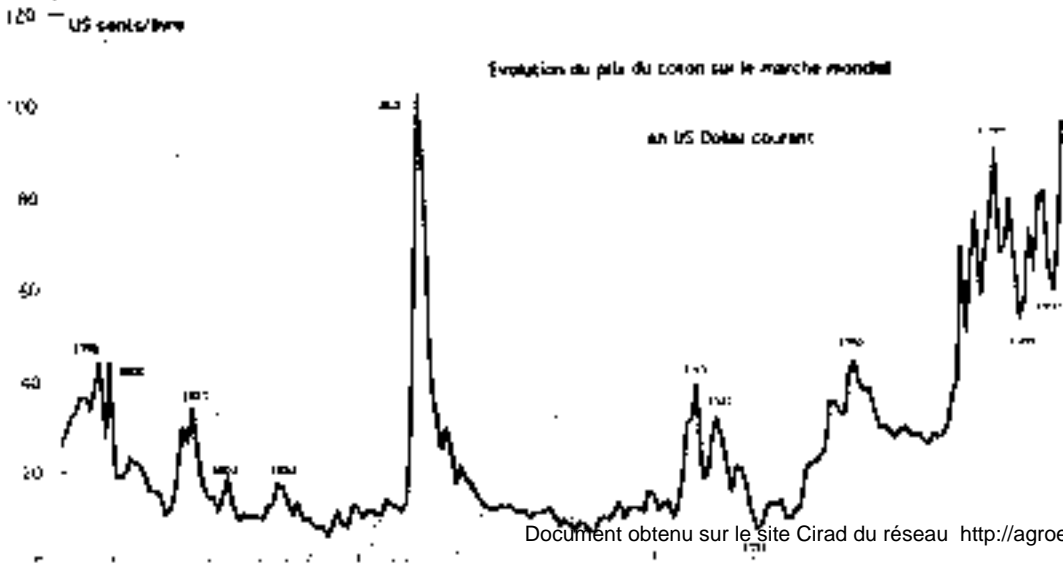
Production et prix du coton
G. Magrini 2001

Figure 5b : prix d'achat du coton et superficies cotonnières à l'ère de la COTONCHAD (1971-1999)



Source : ONDR-DSN.

Figure 5c : Évolution des cours mondiaux du coton (1790-1990)



Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Remarque : les enquêtes ONDR pluriannuelles – voir en particulier Raymond, Tchilgué et Boliazi 1990²² - sources de cet article sont probablement à l'origine de l'identification des fameux « terroirs » dont on parle tant actuellement à l'ONDR, l'ITRAD et au PRASAC (voir résumé encadré ci-dessous).

Sur un plan plus général Raymond insiste sur la faiblesse des revenus des exploitations agricoles : la moitié avaient (en 89/90) un revenu si faible qu'il ne permettait pas de constituer un capital d'exploitation et d'acheter des moyens de production en quantité suffisante (10 % étaient même en grande difficulté de survie). Il ne peut qu'en résulter une agriculture minière, catastrophique à terme. Quelles solutions ? le fumier ? « les essais de fabrication de fumier ont jalonné sans succès, l'histoire de la vulgarisation dans la zone soudanienne ».

Encadré 7

Enquête suivi-évaluation 1989/90 : 30 villages zone soudanienne Sud-Tchad, ONDR/DSN

Auteurs : Raymond G., Tchilgué Y., Boliazi K.

Editeur : CIRAD-IRCT, ONDR SUD, 1990, 36 pages (C A C T Doc 14138)

Enquête réalisée sur 623 exploitations, cotonnières ou non, sur 30 villages répartis sur la zone cotonnière. Surface cultivée, en coton et en vivriers, par habitant, avec ou sans bœufs de trait, et nombre de personnes par exploitation. La présence de culture cotonnière ne modifie pas la superficie vivrière par personne. Constat d'une fixation des cultures sous des techniques très peu intensives de culture itinérante. La dose moyenne d'engrais est de 51 kg/ha, sur coton seulement. Nécessité d'améliorations portant sur la densité du cotonnier, le respect de la date d'épandage de l'engrais, et la fourniture d'insecticide à l'ensemble des exploitations cotonnières ; mais surtout il y a urgence à mettre en œuvre des mesures de protection des sols et de maintien de leur fertilité (fumure organique et minérale).

Période 1990-2000

Pour des informations plus récentes, la « somme » de G. Magrin 2000 est irremplaçable, faisant la synthèse de toutes les informations disponibles ; mais avec les limites d'un travail essentiellement bibliographique ne peuvent pallier à l'absence de données publiées sur les techniques agricoles en milieu réel. Donc malheureusement ce document n'apporte pas grand chose au sujet des contraintes techniques de production ; le champ n'est pas à l'échelle de ce travail.

Il rappelle le lancement de la culture²³, obligatoire par l'administration à la fin des années 1920, sur le modèle du Congo Belge : « chaque imposable (adulte de 15 à 50 ans) doit d'abord participer à l'exploitation d'un champ collectif, puis à partir de 1936, il doit cultiver une corde²⁴ de coton. Un arrêté du gouverneur général de l'AEF du 18/12/39 inscrit cette obligation dans le cadre judiciaire, en instituant comme infraction, passible de sanctions de police, toute opposition ou obstacle aux cultures ... Les châtiments pour les récalcitrants allaient de 30 coups de cravache aux travaux forcés ».

²² à exploiter peut être de plus près

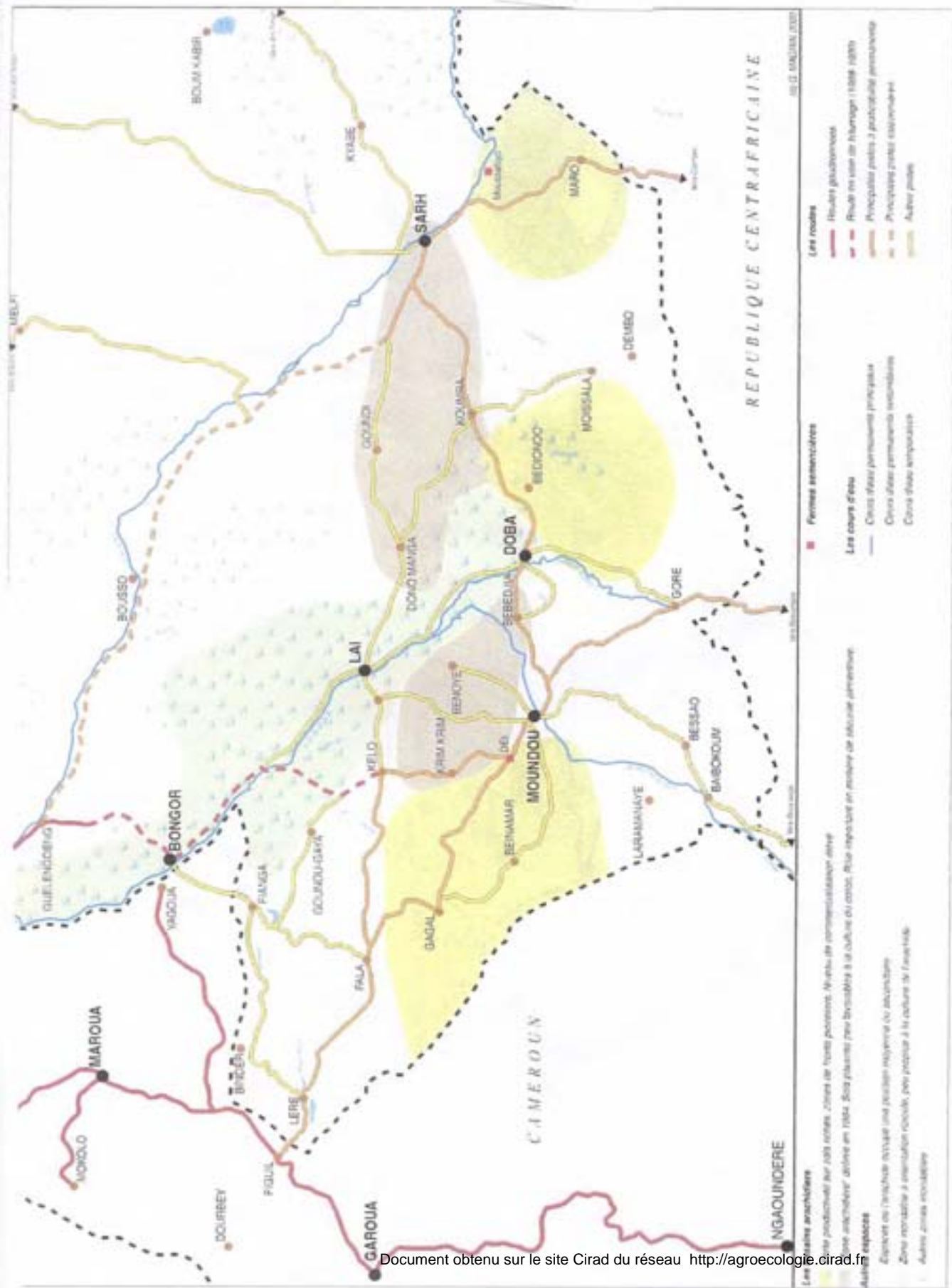
²³ elle n'était pas inconnue avant l'époque coloniale, avec des variétés pérennes (4-5 ans) dans la région jouxtant le Cameroun où sa culture traditionnelle était bien développée (Seignobos et Schwendiman, 1991..)

²⁴ corde : longueur variable selon culture, lieu et époque, communément # 71 m soit côté du carré de 1/2 ha

Carte 8 : Les bassins archidiéris

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

G. Magnin 2001



Pour la suite de l'évolution de la culture (voir annexe 4 tiré de G.Magrin et figures 5 ci-contre (diagramme production/année, courbe d'évolution des cours mondiaux du coton, des prix payés aux paysans tchadiens) ainsi que la carte 7.

On constate sur le diagramme d'évolution de la production que celle-ci a fortement augmenté au cours des toutes dernières années. Il est dommage qu'il ne soit pas dit comment et pourquoi, car curieusement le mode de culture aurait tendance à s'extensifier plus qu'à s'intensifier, en liaison avec un « allègement » de la vulgarisation/encadrement de la filière²⁵. Les doses d'engrais réellement appliquées sur les 50 % de culture « en productivité » seraient en particulier bien inférieures à celle qui est recommandée.

Autres cultures

Outre la recherche d'éclaircissements sur les modalités exactes de la culture du coton actuelle et ses contraintes pratiques, il faudrait faire le même travail sur les principales autres cultures (cf. d'abord G. Magrin, 2000) :

- en 1^{er} lieu : les cultures vivrières les sorghos²⁶ et mils composante fondamentale du système dans une agriculture de survie qui doit en priorité assurer sa nourriture, puis le maïs et enfin le manioc dont certains disent que la culture se développe vers le Nord et d'autres qu'elle régresse à cause de l'afflux du bétail « conquérant » vers le Sud,
- puis l'arachide dont la culture serait en forte progression, comme spéculation de rente alternative, cf. figures et cartes 6 et 8 .,
- esquisse de bibliographie sur l'arachide : Bezot 1965 ; Mollin 1984, Schilling, 1974

Sur le plan pratique pour les variétés vulgarisables essentiellement on consultera les récentes synthèses de Saragoni et al. (2000, 2001) sur le bilan des travaux ONDR en pré vulgarisation et vulgarisation en relation avec ITRAD et partenariat avec PCVZS voir tableau 4 et encadré 8 :

Encadré 8

Principales variétés (1) ressortant des tests ONDR-ITRAD dans les centres de pré vulgarisation et vulgarisation (avant et pendant partenariat avec PCVZS)

Sorgho : S35 (cycle 90 j/pour champs de case

Maïs : Mexican Early (cycle 105 jours) – CMS 85-01 (blanc) et CMS 87-04 (jaune sucré) – cycles 90 j pour champ de case, soudure (épis frais)

Sésame : 38-1-17 et surtout S 42

Soja : problèmes d'acceptation (culinaire et autres)

Arachide après (?) le coton c'est la culture qui intéresse le plus les paysans et le développement : on en est déjà au stade de la multiplication des semences par des associations de paysans.

(1) en pratique la nouvelle variété est la seule innovation compatible avec les ressources actuelles des paysans ; il y a eu aussi des tests de fumure d'herbicides.

Variétés multipliées dans les fermes semencières (dépendant de l'ITRAD) : Deli, Bekao ...

Arachide : 55-437 ; 73-33 ; 55-313 ; Fleur 11

Niébé : vita 5 ; IT 81 D-984 et 995

Sésame : S 42

Maïs : CMS 8704 ; Mexican Early 17

Sorgho : Framida (résistant au striga !?)

²⁵ il m'aurait fallu plus de temps pour dialoguer et tourner sur le terrain avec des responsables de la vulgarisation et de la pré vulgarisation de l'ONDR. (Je n'ai pas réussi à obtenir une fiche technique « coton » auprès des ONG rencontrées par exemple)

²⁶ je n'ai pu m'entretenir avec M. Yagoua malgré mes tentatives

Carte 9a –
SITES DE GESTION DE TERROIR
EN ZONE SOUDANIENNE DU TCHAD
 (Logone Occidental – Logone Oriental – Mayo Kébbi – Moyen Chari – Tandjilé)



De la parcelle aux terroirs

Cette rareté des informations (mais les rapports sur les enquêtes ONDR plus récentes n'ont pas été consultés) sur les techniques culturales et les contraintes pratiques de terrain des différentes cultures coïncide aussi avec un transfert d'intérêt de la R-D en agronomie vers une échelle plus globale : au moins celle du terroir.

Principales références dans le cas du Tchad :

Dugué et Harmand, 1994, Dugué, 1998, Dugué et Bisson, 1999, Dugué et Ngamina, 1998, Gandoua et al., 1999, Ngamine et Altolna, 2000

voir aussi Seignobos, 1999 et 2000 et des remarques très originales en relation avec l'ITRAD et partenariat avec le PCVZS ; voir carte et tableau et fiches de lecture.

La validité du choix d'adopter une telle perspective, de voir les problèmes du développement de plus haut n'est pas à mettre en cause et c'est d'ailleurs dans cette direction qu'il conviendrait d'aller, en pratique, dans la démarche SCV, pour tirer les conséquences de ses hypothèses plus ou moins implicites.

Par exemple :

- utilisation comme pâturage des plantes de couverture, donc nécessité d'associer un agrostologue à l'équipe régionale, de faire passer aux plantes de couverture l'épreuve du pâturage,
- compatibilité de certaines techniques avec intrants (comme fumure forte, labour profond initial) avec l'environnement socio-économique : utilité d'avoir un socio-économiste dans l'équipe régionale : peut-on valoriser une sole fourragère ?

Mais dans la première phase qui nous intéresse il s'agit d'abord de valider la faisabilité technique, et dans quelles conditions précises du SCV, en se limitant à une simple esquisse d'étude de coût. Il paraît cependant logique de placer cette étude autant que possible dans le cadre des 6 terroirs expérimentaux actuels dans la zone: cf. cartes 9

On peut trouver aussi des informations dans des documents récents rédigés pour ou par des projets et/ou ONG: par exemple:

Hautecoeur, 1999 (projet PLGRN) tendance socio-écologiste

Palisse, Robin et Francon, 2000 (AFDI) plus terre à terre, réaliste, avec inventaire des (supposées) solutions connues depuis longtemps.

ACQUIS DE LA RECHERCHE

Mais revenons à l'échelle du champ : esquisse de synthèse sur les acquis de la recherche sur le système de culture à base coton, du point de vue de la durabilité.

La démarche classique : le système coton et l'association agriculture-élevage

Depuis la création de Bebedja puis de l'IRCT jusque vers 1990 (c'est à dire des années 1940 aux années 1980) la recherche a suivi la démarche classique, très méthodiquement mise au point par l'IRCT, en « dialogue » avec la CFDT sur toute la bande soudanienne du Sénégal au Tchad, avec centralisation et rediffusion des résultats ; Bebedja étant la station principale pour l'Afrique Centrale.

A côté des volets essentiels (prioritaires ?) de la sélection et de la protection phytosanitaire, les travaux portaient sur :

- le labour à la charrue avant semis avec pour corollaire l'entretien de bœufs de travail dressés, nourris plus ou moins intégralement sur l'exploitation (résidus de récolte, compléments : tourteaux de coton et/ou d'arachide) ; à partir de quoi il était possible de passer aux sarclages mécanisés, aux transports.....
- la fertilisation minérale complète et équilibrée progressivement mise au point depuis les 1ères formules du type NPS aux formules actuelles NPKSB avec des variantes par pays au Tchad : 19-12-19-5-1 à la dose, théorique de 100 kg/ha + 50 kg d'urée avec si possible en complément un apport de fumier : en pratique 5 t/ha est le maximum que l'on puisse espérer,
- les rotations des cultures ayant pour base la succession coton-céréale, la céréale profitant de l'arrière effet de la fumure sur coton (P & K en particulier) et recevant si possible un apport complémentaire de N²⁷ l'introduction de l'arachide dans la rotation étant considéré comme souhaitable et le retour à la jachère naturelle allant de soi dans la mesure du possible.

Le respect de l'ensemble de ces règles, aboutissement du processus de 3 décennies de recherche (Braud, 1987 ; Crétenet 1987; Berger,1996) devait permettre d'obtenir des rendements soutenus en maintenant la fertilité.

En ce qui concerne le Tchad on peut se référer aux principaux bilans, périodiques de Megie : Megie et al. (1970) et surtout à celui de Richard et Djoulet en 1985 (voir encadré 9) ainsi qu'aux CR de missions effectués par la suite par M. Crétenet de 1988 à 1995.

Il existe une tentative de synthèse des résultats de la recherche sur coton jusqu'à 1990, malheureusement inachevée qui pourrait être reprise, par un chercheur CIRAD (programme coton), éventuellement complétée, en collaboration avec un chercheur ITRAD.

Mais entre la réalité et ce schéma idéal, il y a plus ou moins d'écarts :

- dans les cas les plus favorables comme au Sud Mali l'intégration agriculture-élevage de bœufs de travail, la culture (et le transport) attelés, la fabrication et l'usage du fumier sont une réalité, les recommandations de la vulgarisation (variétés, ITK : fumure, traitements

²⁷ à la longue on a constaté une acidification du sol (le coton est extrêmement sensible à l'acidité) qu'il faut compenser par des apports systématiques de chaux

phytosanitaires) sont suivies avec l'appui d'un service d'encadrement de la filière organisée. Contrairement à ce que l'on croyait les rendements dans les vieilles zones cotonnières du Mali en culture continue depuis près de 40 ans pour certaines ne baisseraient pas, mais au contraire augmenteraient légèrement (Gigou, 2001) ; ce serait l'effet des fumures organominérales répétées.

Encadré 9

Richard & Djoulet, 1985, CFT

L'article fait le bilan :

- d'un essai de longue durée (1963-1978) en station (Bebedja) dit « évolution de la fertilité » essai complexe comparant plusieurs rotations (d'où dispositif en série) avec des jachères plus ou moins longues, et plusieurs niveaux de fumure minérale.
- d'une étude régionale de la fertilité, selon la méthode (FAO) des blocs dispersés en 1981 et 1982.

Les résultats de l'essai en station sont intéressants à plusieurs titres bien que l'on puisse se poser la question de leur « représentativité » : les rendements des témoins sans engrais étant supérieurs à 800 kg de coton après 15 ans de culture. Plus que le volet fumure minérale traité de façon classique (bilans minéraux ...) c'est le volet jachère naturelle qui est original en particulier :

- l'idée « d'ensemencer » la jachère naturelle, qui durera 2 ou 3 ans, avec des graines d'andropogonées à forte végétation, récoltées en octobre, pour assurer une couverture rapide et uniforme (1) (Idée qui avait été mise en pratique par R. Werts au Bénin dans les années 60-70 avec des résultats prometteurs voir annexe 7 puis par Dugué et Olina naguère au Cameroun,
- la conduite de la jachère : 10 t de MS/ha sont difficiles à enfouir sans avoir recours au brûlis ; on peut rabattre en 1^{ère} année de végétation en octobre, pour éviter les feux de brousse (?) et rabattre la 2^{ème} année en septembre pour que les pailles partiellement décomposées puissent être enfouies grossièrement fin octobre ; le labour est renouvelé en mai avant les semis.

L'enquête fertilité est un précédent intéressant de ce qui pourrait être entrepris maintenant, avec quelques modifications (2 répétitions par site, recours au Diagnostic Foliaire).

Cet article peut être considéré comme un aboutissement de la démarche classique (au Tchad)

(1) on peut aussi envisager d'apporter une partie de la fumure minérale du système sur cette jachère ; mais est-ce vulgarisable ?

Tableau 4. Innovations proposées selon la situation du terroir à trois niveaux : terroir, exploitation et parcelle (Ngamine et Altolna 1998)

Terroir saturé

Au niveau du terroir

lutte contre l'érosion et aménagement de bassin versant
lutte contre l'ensablement des bas-fonds
amélioration des jachères de courte durée avec des légumineuses parc à *Acacia albida*
parc arboré de plantes à croissance rapide et à usages multiples
régénération des sols dégradés concertation entre les différents acteurs

Au niveau de l'exploitation

haie vive
recyclage et valorisation agricoles des résidus de récolte

• Au niveau de la parcelle

cultures associées céréales-légumineuses améliorantes
cultures en couloir
semis direct sur mulch de légumineuses
lutte contre l'enherbement par les plantes de couverture
cultures fourragères
parc à *Acacia albida*

Terroir en voie de saturation

Au niveau du terroir

lutte contre l'érosion et aménagement de bassin versant
lutte contre l'ensablement des bas-fonds
amélioration des jachères de courte durée avec des légumineuses
amélioration des parcours parc à *Acacia albida*
parc arboré de plantes à croissance rapide et à usages multiples
régénération des sols dégradés
concertation entre les différents acteurs

• Au niveau de la parcelle

cultures associées céréales-légumineuses améliorantes
semis direct sur mulch de légumineuses
lutte contre l'enherbement par les plantes de couverture
cultures fourragères
parc à *Acacia albida*

Front pionnier

Au niveau terroir

amélioration des jachères de courte durée à base de légumineuses
défrichement raisonné avec protection des plantes à usages multiples
parc à *Acacia albida*
concertation entre les différents acteurs

• Au niveau de l'exploitation

haie vive

• Au niveau de la parcelle

semis direct sur mulch de légumineuses

A l'opposé, au Tchad malheureusement, l'intégration agriculture élevage ne s'est pas faite, le labour ne s'est pas vraiment intégré dans le système (trop superficiel, trop tardif, pas de fumure organique, la fumure minérale n'est appliquée qu'à demi-dose au mieux 50 kg/ha sur les parcelles en productivité (Raymond, 1990).

L'intégration agriculture élevage paraît une nécessité par le succès du système cotonnier IRCT/CFDT. Ce n'est pas le cas (de si tôt ?) au Tchad. Cette situation peu paraître a priori favorable à l'adoption de la solution alternative SCV comme cela aurait été le cas par le succès d'une solution apparentée, mais incomplète, déséquilibrée, le labour chimique au Nord Cameroun. Encore faut-il démontrer qu'elle est indiscutable en situation « protégée » et acceptable dans les conditions réelles locales.

Il existe de nombreux documents dans toutes les langues sur cette question de l'entretien de la fertilité par une bonne gestion des ressources en matière végétales ; pour une vue complète on peut lire celui de P.Dugué (1999) qui a l'avantage d'être basé sur des études concrètes de terroirs au Nord Cameroun avec un essai de généralisation exploitant d'autres expériences au Mali, Burkina, Côte d'Ivoire. Concernant le Tchad on se reportera aux travaux de Ngamine et Altolna :

Dugué et Ngamine 1998 ;Ngamine et ;Altolna 1998 ;Ngamine, Altolna et Guibert 1998.

Voir les "recommandations universelles" dans le tableau 4 ci-contre (Ngamine et Altolna, 1998). Noter la récurrence de la solution "semis direct avec plante de couverture".

Acquis dans période plus récente

Dans le mouvement de la fin des années 1980 vers la recherche en milieu réel et toutes ces sortes de choses, les études de terroirs se sont développées au Sud du Tchad comme partout ailleurs.

On peut considérer que les enquêtes ONDR-CIRAD de la fin des années 1980 (Raymond, 1991 ; Raymond, Tchilgué et Béliazi, 1990) , avec l'appui de chercheurs de Bébedja, Ngamine et al., ont fourni les premières bases. Puis les enquêtes CIRAD-SAR des années 94-95 (CIRAD/SAR, 1996 : Mercoiret, Yung et al.) ont précisé le travail de découpage en zones homogènes voir carte 9b et annexe 5, zones parmi lesquelles furent identifiés les terroirs, terrains d'étude privilégiés de la recherche et du développement. Aux 6 terroirs initialement retenus : Ngoko, Tchanar, Djoy III, Ndaba, Bogoye et Behongo, d'autres vont s'ajouter. Ces sites sont également utilisés par la recherche et le développement (ITRAD et ONDR- PVG) pour tester les innovations en «conditions réelles».

Parmi ces innovations celles concernant les plantes de couverture sont particulièrement intéressantes dans la perspective d'un projet R-D sur les SCV. Etudiées d'abord en station à Bebedja (Ngamine et Altolna) avec des résultats prometteurs, il semble qu'elles passent mal en milieu réel.

Les deux principales contraintes, unanimement signalées, condamnant à l'échec toute opération en milieu réel tant que des solutions ne leurs seront pas trouvées (ou simplement appliquées, étant :

- les feux de brousse
- la « divagation » des troupeaux

Encadré 10

L'association mil court (70 jours)/mil long (photopériodique).

extrait de Mougenet et Pouzet, 1994

Peu de données sont disponibles sur ce type d'association. Les informations récoltées sur le terrain proviennent essentiellement des résultats des expérimentations cités dans les rapports de la SAFGRAD (1989 à 1990) synthétisés ci-dessous.

Les densités de semis traditionnelles en cultures pures sont faibles (de l'ordre de 30 000 à 40 000 pieds/ha) comparées à celles pratiquées en associations (densité totale entre 150 000 et 200 000 pieds/ha). Dans le cas d'une association, les variétés courtes et longues sont semées en même temps, un poquet de 2 pieds de mil court alternant avec un poquet de 3 pieds de mil long. La proportion est donc de 2/5 de mil court pour 3/5 de mil long.

Les rendements obtenus sont de l'ordre de 1 200 à 1.500 kg/ha pour un mil de cycle long et 500 kg/ha pour un mil de cycle court.

Il n'y a aucune différence significative entre les rendements d'une variété en culture pure et sa contrepartie en association.

De plus, quelles que soient les densités totales de semis en association testées au cours des années d'expérimentation (entre 59560 et 178570 pieds/ha, soit 3 fois plus), les rendements de chaque culture de l'association ont été identiques à ceux de leur contrepartie en culture pure. Seule la densité de semis de 178570 pieds/ha a eu un effet dépressif très faiblement significatif (sic) sur le mil de cycle court en association qui n'a fourni que 92% du rendement de la culture pure correspondante.

D'après ces résultats, les auteurs concluent sur la grande souplesse de la plante et sur sa facilité d'adaptation aux différentes situations spatiales du moment. Ils soulignent également la faible densité de semis traditionnelle des cultures pures correspondantes et suggèrent d'étudier l'effet de la densité sur leurs rendements. A ce sujet, remarquons que de tels résultats mettent en évidence un effet de la compétition entre les variétés sur le rendement puisque pour une densité variant d'un facteur 1 à 3, le rendement total par variétés de l'association reste le même.

Quoiqu'il en soit ces travaux témoignent de l'expérience des chercheurs tchadiens en matière de plantes de couverture et de semis direct.

Dans la ligne de recherche classique, on doit mentionner, sans être exhaustif :

- la poursuite jusque dans les années 1990?²⁸ de certains essais de longue durée à Bebedja :
 - essai STC : Systèmes Techniques de Culture 1980-1995
 - essais TJ : Tests Jachères
- les études menées dans le cadre du réseau CORAF : R3S sur les bilans hydriques des cultures et les 2 essais « amélioration de l'alimentation hydrique des cultures par les techniques culturales ; incidence combinée du type de fertilisation et du labour sur l'alimentation hydrique et minérale du cotonnier et du sorgho conduit à Bebedja de 1989 à 1992, dont les résultats (Djoulet et Fortier, 1993) ne sont pas sans intérêt – voir tableau 5

Tableau 5 : Production de coton graine et sorgho grain en t/ha dans les essais travail du sol x fumure de Bebedja 1989 à 1991

Type de sol (1)	Année	Culture (2)	Traitements (3)				
			TM	L	L + fm	L + fo	L + fmo
SFT sur cuirasse	1989	C	1,33	1,42	1,70	1,62	1,71
		S	0,63	1,26	1,35	1,27	1,36
	1990	C	1,80	2,47	2,55	2,58	2,97
		S	1,46	1,26	1,83	2,08	2,35
	1991	C	1,38	1,74	2,17	2,20	2,27
		S	1,30	1,26	2,48	1,90	1,63
SFT profond	1990	C	1,44	2,95	-	-	3,50
		S	1,75	2,70	-	-	2,95
	1991	C	2,10	2,46	-	-	2,80
		S	2,47	2,30	-	-	3,09

(1) SFT : sol ferrugineux tropical

(2) C : coton ; S : sorgho

(3) TM : travail minimum (grattage superficiel)

L : labour (seul) avec charrue à soc

fm : fumure minérale vulgarisée : 200 kg/ha NPK SB 19-12-19-5-1

fo : fumure organique : 5 t de poudrette de porc/ha

- Les résultats parlent d'eux mêmes, on note :
 - la remarquable fertilité des sols (représentativité encore ?) 1,75 t de coton et 1,26 t de sorgho sans engrais sur labour, sans fumure, pour des sols sur cuirasse ; les moins bons des deux
 - l'efficacité du labour sur coton indéniable mais variable selon les années ; son effet incertain sur sorgho
 - l'efficacité de la fumure minérale vulgarisée (200 kg de 19-12-19-5-1) sur coton : 450 kg de coton (soit 9 kg de coton par unité NPK) ; la réponse très variable sur sorgho (100 à 1 000 kg grain suivant l'année).

²⁸ ils semblent arrêtés maintenant, comme les anciens essais de fumure (une bonne partie en 1985) ; partiellement au profit d'une nouvelle démarche « tendance » : la simulation cf. CR mission Crétenet 1995 ; mais le travail effectué par Altolna dans ce sens est actuellement bloqué pour des raisons pratiques

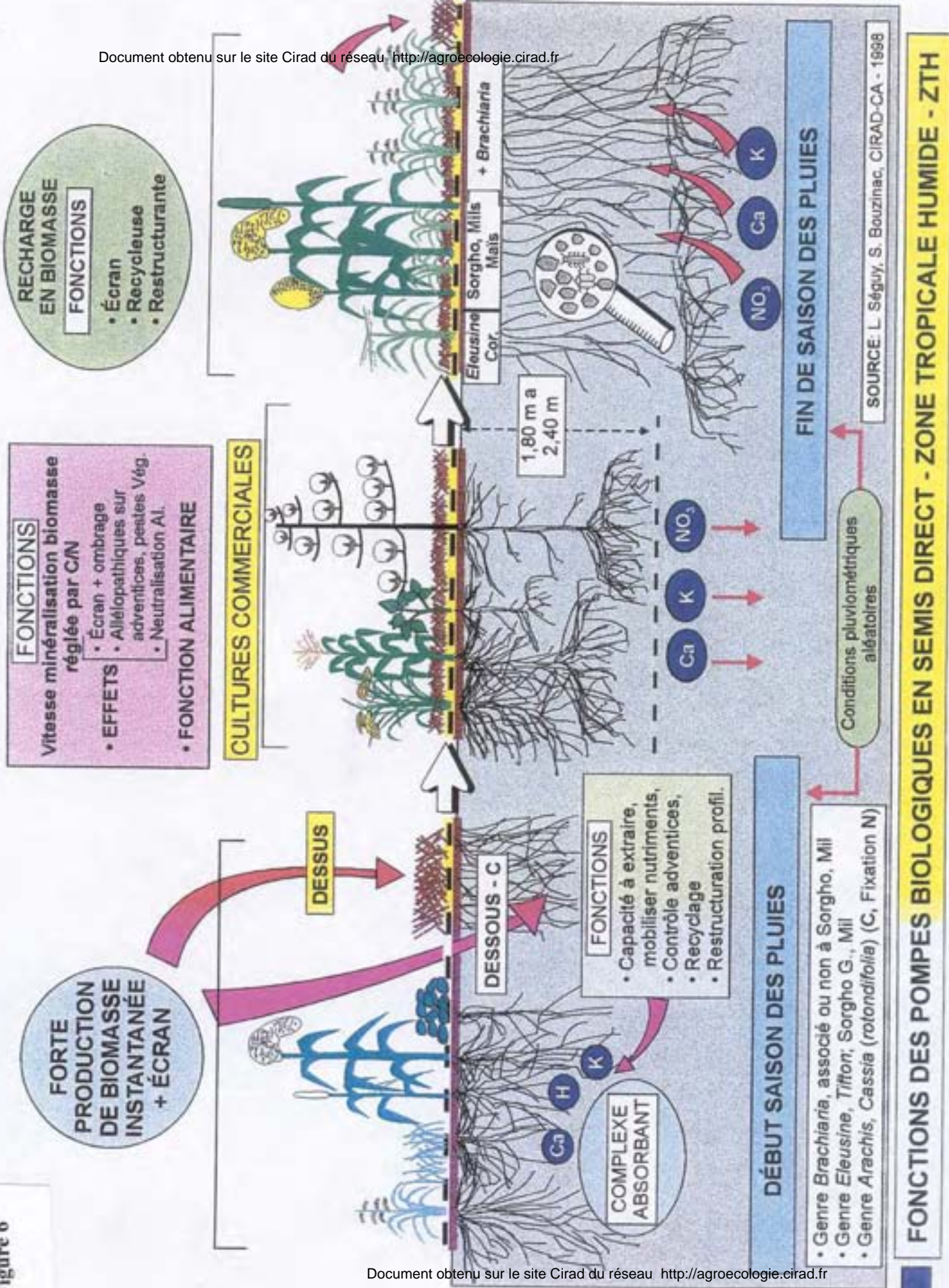


Figure 6

A PROPOS DE L'EXPERIENCE SCV DU NORD CAMEROUN AVEC DPGT :

Dans la perspective d'un couplage d'un éventuel projet SCV au Sud du Tchad avec ce projet précurseur (localement) il paraît nécessaire d'en analyser de près le déroulement depuis sa conception 1997 et son démarrage effectif en 2001 du projet lancé au Nord Cameroun ; cf. CR de missions (Séguy, 1998 ; Rollin, 2000 ; Boulakia, février 2001 ; Naudin, août 2001 ; Charpentier, octobre 2001) qu'il faut lire en même temps que celui de N. Hertkorn (agronome à l'AFD N'Djamena) lequel paraît avoir servi de secrétaire aux réflexions de Charpentier non dites dans son rapport ; (Naudin, fin 2001, début 2002).

On remarque la simplification du dispositif depuis la matrice modèle, ambitieuse et générale de L. Séguy à celui qui a pu être mis en place par K. Naudin pressé par le temps, en passant par les propositions, encore complexes, mais plus spécifiques à la zone de S. Boulakia.

On s'étonne de l'abandon du *Mucuna* proposé et testé en 1^{ère} année et remplacé par le *Brachiaria ruziziensis*, graminée testée depuis longtemps en Afrique, voir annexe 6 (extrait de Wertz 1976), une bibliographie pourrait être faite.

On se pose la question : les graminées fourragères exportant énormément de N et K (sans parler de P) est-ce une solution à la portée des éleveurs locaux ?

On note que dans le cas des sols très dégradés, tant sur le plan physique que sur le plan chimique, il faut non seulement « régénérer » les réserves minérales par une fumure coûteuse mais aussi la « structure » de l'horizon exploitables soit par des labours profonds (mécanisation) soit par des cultures améliorantes préalables et pas nécessairement productives. Dans les deux cas est-ce envisageable dans l'environnement économique du Tchad ?

On en conclura que si l'efficacité de la démarche SCV peut (doit ?) être démontré en milieu protégé et sans considération de faisabilité économique, tant sur sols très dégradés que sur sols de front pionnier, ce n'est que sur ces derniers que la vulgarisation paraît envisageable à court terme.

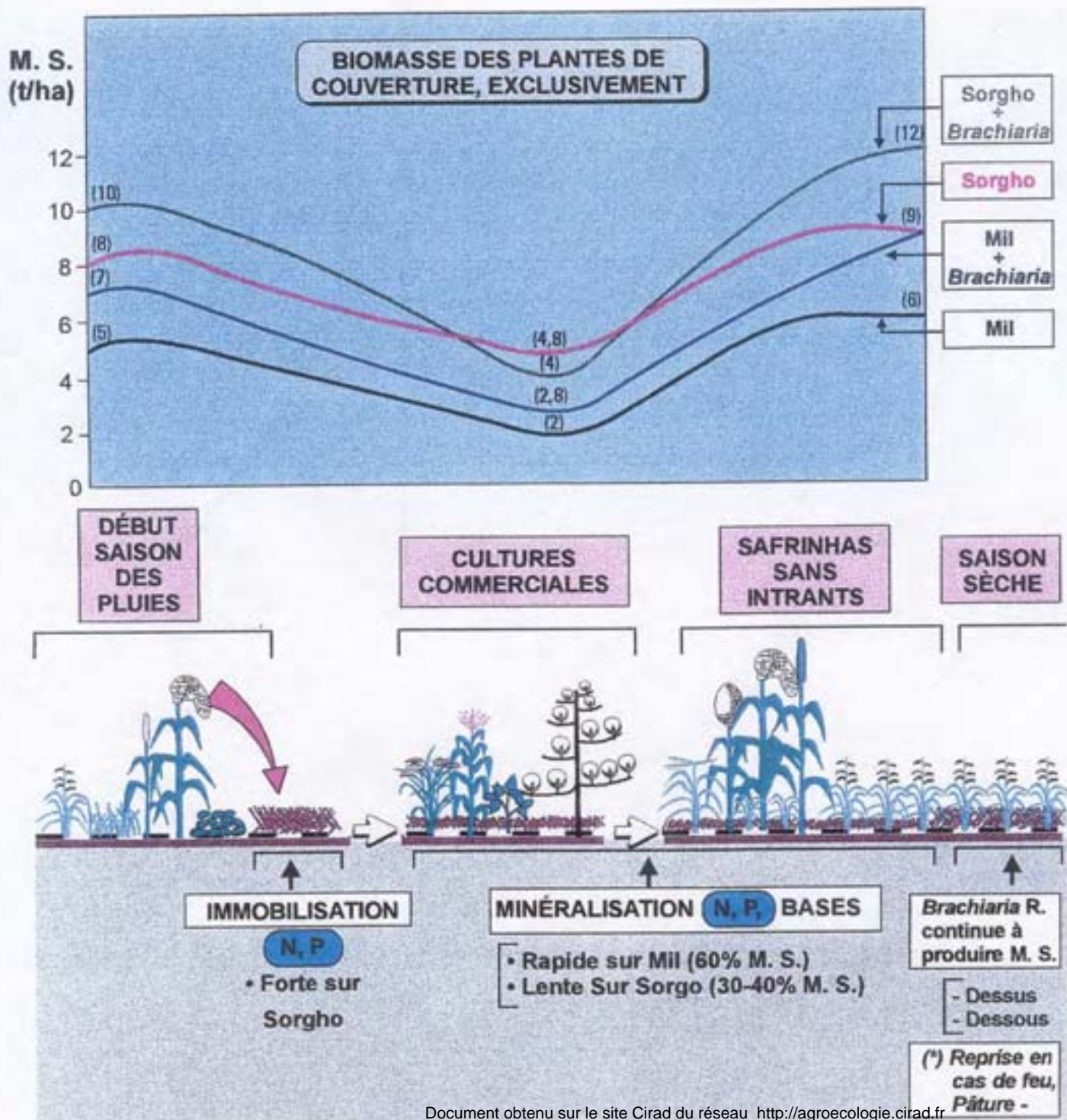
Peux- t' on mieux terminer qu'en rappelant un principe cher à L.Seguy : il vaut mieux, pour produire l'indispensable masse de matière sèche nécessaire aux systèmes SCV, avoir recours aux plantes et cultures locales, à priori bien adaptées aux conditions écologiques.

Parmi elles on peut penser par exemple :

- au mil pennisetum (que L.Seguy préconise déjà pour des systèmes assez sophistiqués voir figure 6 et 7) particulièrement dans l'association : variété précoce/variété tardive, connue au nord du Togo et paraît il ailleurs en Afrique, cf. Reneaud (1989 à 1991), Mougnet et Pouzet, 1997 (voir encadré 10)
- -à l'*Andropogon gayanus* :
 - soit pour des jachères ,voir annexe 6
 - soit pour stabiliser des bourrelets isohypses pour lutter contre l'érosion, (cf. Dugué et Olina, 1997) .

ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE SÈCHE DES PLANTES DE COUVERTURE AU DESSUS DU SOL DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE EN FONCTION DU TYPE DE COUVERTURE (*Pompe biologique*)

- Sols ferrallitiques de la Zone Tropicale Humide du Centre Nord Mato Grosso - Brésil -



CONCLUSIONS

Les SCV semblent donc pouvoir apporter des pistes de réponse pertinentes aux principales contraintes de l'agriculture pluviale dans la zone soudanienne du Tchad:

- calage du cycle cultural et calendrier de travail,
- gestion de l'enherbement,
- diminution des coûts de production,
- questions de fertilité
- valorisation de l'eau.

Il est même possible de penser que ces systèmes seront moins élitistes que ceux basés sur l'utilisation de la fumure organique qui favorisent essentiellement les grands exploitants. En effet les augmentations de matière organique peuvent provenir d'une forte augmentation de la biomasse végétale.

Il convient toutefois d'insister sur le fait qu'il n'existe pas de transposition possible même à partir du travail réalisé au Nord Cameroun et à plus forte raison à partir de régions ou d'écologies plus éloignées.

Il semble donc intéressant de développer un programme de recherche développement et formation en liaison étroite avec le travail déjà commencé au Nord Cameroun et avec le réseau travaillant sur les SCV dans les zones intertropicales.

BIBLIOGRAPHIE

Berger, M ,1996, *Fumure organique :des techniques améliorées pour une agriculture durable. Agriculture et Développement no 10*

Bezot, P., 1965 ; *La zone arachidière au Tchad. Etude d'ensemble, recherche d'un système valable de rotation culturale.* Agron. Trop. (riz et riziculture et cultures vivrières tropicales). Vol. 20 n° 1 –

Bérourd, F., 1974 ; *Contribution à une étude critique et comparative des rendements en culture cotonnière au Mayo Kebi (Tchad) : Méthode traditionnelle de production et parcelles « en productivité »* CFT vol. 23 n°3 p.377 – 382.

Bisson, P., Dugué, P., 1999 ; *Contribution de la recherche agricole au développement régional. Le cas des zones de savanes d'Afrique Centrale.* Cahiers de la Recherche Développement, n° 45, p.85-105.

Bocquier, G., 1973 ; *Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad.* Mémoire ORSTOM n° 6 – 2 : 350 p.

Boulakia S, janvier 2001; Mission Nord Cameroun; Mise en œuvre du volet Agroécologie Doc. Cirad 60p.

Bouleyre, G., 1965 ; *Cartes pédologiques (et notices) de reconnaissance au 1.200.000. Feuilles de Koumra, Moundou* ORSTOM

Braud, M , 1987.; *La fertilisation d' un système de culture dans les zones cotonnière Cot et Fib Trop ,vol 42 no 8 (supplément)*

César, J , 1989 ,*L'influence de l' exploitation sur la pérennité des pâturages de savane*
I.Effet de la coupe sur la masse du système souterrain
II .Rôle du système racinaire dans la dégradation du pâturage
Fourrages n°118,115-125 puis n° 120 ,383-392

Cheverry, C., Fromaget, M., 1970 ; *Feuille Léré notice explicative n° 40.*ORSTOM

CIRAD-SAR, Mercoiret, Yung, 1996 ; *Projet d'appui aux structures rurales en zone soudanienne du Tchad*, 3 tomes CIRAD-SAR n°81/96.

CIRAD, 1999 ; *Zonage des risques de sécheresse en Afrique Soudano-Sahélienne. Conséquences sur les systèmes de culture.* Rapport final projet R3S.

Charpentier H, 2001: *Compte rendu de mission; Projet agroécologie Cameroun* Cirad CA programme GEC

Chopart, J.C.,(coord), 1994 ; *Technique de gestion du sol. Alimentation hydrique des cultures annuelles tropicales.* Rapport final réseau CORAF R3S.

Crétenet, M, *Aide à la décision pour la fertilisation du cotonnier en Côte d'Ivoire* Cot . Fib . Trop ; vol XLII , ;fasc 4

Crétenet, M, ;comptes rendu de mission au Tchad :

Du 12 au 22/11/88(IRCT-CIRAD)

Du 26 au 30/10/91(IRCT-CIRAD°)

DU 24/11 au 2/12/92(CIRAD-CA)

Du 23/5 au 2/6/95 (CIRAD-CA)

Dassering, O, 2000, *Dynamique du bilan fourrager et gestion des terroirs agrosylvopastoraux en zone soudanienne du Tchad ;cas du canton de Lélé .* ;thèse doctorat Paris XII

Djoulet, B., Fortier, R., 1993 ; *Amélioration de l'alimentation hydrique des cultures par les techniques culturales : influence combinée du type de fertilisation et du labour sur l'alimentation hydrique et minérale du cotonnier et du sorgho*. Rapport final projet R3S – PF2. CORAF.

Dugué P., Guyotte K., 1996: *Semis direct et désherbage chimique en zone cotonnière du Cameroun* Agriculture et Développement 11: 3-14

Dugué, P., 1998 ; *Rapport de mission auprès de la composante gestion de terroir (Bebedja 22-27/6/98* Garoua PRASAC 22 p.

Dugué, P, 1998: *Gestion de la fertilité et stratégies paysannes. Le cas des zones de savanes des savanes d'Afrique de l'Ouest et du centre. Les transferts de fertilité dus à l'élevage en zone de savane* Agric et Dev n°18 spécial sols tropicaux, pp 13-20 et 99-107

Dugué, P ,1999 ;*Utilisation de la biomasse végétale et de la fumure animale :impact sur l'évolution de la fertilité des terres en zone de savanes ;étude de cas au nord Cameroun et essai de généralisation* ;doc CIRAD-TERA n°57/99

Dugué, P, et Ngamine, 1998 ;*Contribution de la recherche système à l' amélioration de,la fertilité des sols ;le cas des zones soudanienues du Tchad et du Cameroun* Communication au 1° symp int de l' AOCA/RSP-GRN ;Bamako ,21-25/9/98

Dugué, p et J.P Olina, ;1997 ; *amélioration des aménagements anti-érosifs par l' utilisation des graminées pérennes et du pois d'Angole* ;CR d' activité 1996 , IRAT/DPGT

Dumont, R., 1950 ; *Les possibilités d'accroissement de la production cotonnière sur le Nord Cameroun*. Rapport de mission (pour CFAT).

Fall, Y., 1997 ; *Diagnostic agraire de la zone de Benoye dans le sud du Tchad*. Mémoire. DIRT, CNEARC, INA-PG, ONDR/DSN.

Floret, C.H., Pontanier, R., 2000 ; *La jachère en Afrique tropicale*. Actes du séminaire – Dakar 13 – 16/4/99. CORAF – IRD John Libbey.

Forest, F., M'Biandoum, M., Vallée, G., 1993 ; *Contribution du zonage des potentialités agroclimatiques de quelques céréales au Nord Cameroun ; Etude des dates de semis valorisant*. Doc IRAT/CIRAD – Garoua.

Fortier, R. ; 1992 ; *Incidence de l'itinéraire technique d'une culture de sorgho sur le niveau d'infestation par le striga*. Revue scientifique du Tchad –Vol. 11 n° 1 et 2 – p.137-156.

Gaïde, M., 1956 ; *Au Tchad les transformations subies par l'agriculture traditionnelle sous l'influence de la culture cotonnière* – Agron. Trop. XI p. 597-623 et 707-731.

Gandoua, D., et al, 1999 ; *Synthèse des 6 terroirs de référence de la zone soudanienne*. ITRAD-PRASAC.

Gérard, G., 1950 ; *Carte géologique de l'Afrique Equatoriale Française au 1/2000.000*. Dir des Mines et de la Géologie de l'AEF.

Gigou, J.L, Coulibaly, B ? Wennink et K.B, Traoré ; 1997 ;*Aménagements des champs pour la culture en courbes de niveau au sud du Mali* ;Agric et DEV n° 14 pp 47-57

Gigou, J, et AL ;2002 *le passage de la culture itinérante à la culture permanente révélé par l'âge des champs au Mali Sud* (à paraître)

Guibert, H., et al. (dont M. Brouwers), 1999 ; *Indicateurs de fertilité des sols dans le bassin cotonnier du Tchad*. In Coll. International «l'homme et l'érosion» Yaoundé sept. 99 (p.190-125) IRD. BAP30 IRD 2794.

Gillet, H., 1963 ; *Végétation, agriculture et sols du centre et du sud du Tchad*. Journal Agri.Trop. 10 :52 – 160p.

Guyot, K., 1995 ; *Le travail minimum à la dent sur la ligne de semis*. Dossier technique IRA-PGII (Projet Garoua).

Hautecoeur, Ph., 1999 ; *Référentiel pour l'accompagnement des ruraux dans la gestion conservatoire de leur espace* «Penser globalement, Agir localement». PCGRN ; ECO-IRAM ; GTZ.

Hertkorn, N, 2001 ;*mission d'échange auprès du DPGT/N.Cameroun ,10-11/11/2001*
Mise en œuvre d' un programme d'agroécologie AFD, Agence de Ndjamena

Klein, H.D., 2000 ; *Utilisation des plantes fourragères à usage multiple (PLUM) dans les savanes d'Afrique Centrale*. Rapport de mission PRASAC.

Klein HD., César J., 1999: *Plantes fourragères et maintien de la fertilité du sol* In Roberge G. et Toutain B. (ed. sci.) Cultures fourragères tropicales Cirad coll repères pp. 321-358

Laurent, J.C., 1989 ; *La culture attelée en zone soudanienne du Tchad*. BDPA ; Moundou, Paris.

Lizot, J.F ,nd, *Utilisation d'un modèle de bilan hydrique pour la prévision de rendements vivriers en zone soudanienne*. Ex. du Tchad – DAA./R3S

Le Houreau,H.N., G.F.Popov et L.See ; 1993: *Agro-bioclimatic classification of Africa* ; FAO (Agrometeorology series)

Loyer, D ,2001 ;*Aide mémoire de la mission sur le PASR* AFD

Mbayan, T.D., 1997 : *Relations agriculture élevage : Cas de Bebalem et de Benoye en zone soudanienne du Tchad*. Mem. DESS/PARC CNEARC.

Magrin, G. ; 2001 ; *Le Sud du Tchad en mutation, des champs de coton aux sirènes de l'or noir*. – CIRAD-PRASAC-SEPIA

Megie. C. ; 1963 ; *Pluviométrie, date de semis et productivité du cotonnier dans la région de Tikem*. Cot. & Fib. Trop. Vol. 18, n° 2 – pp 251-262

Megie. C., et Al. ; 1967 ; *Note sur l'action des fumures sur les rendements en culture continue coton-sorgho au Tchad*. in colloque. sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive 1967

Megie. C. ; 1969 ; *Amélioration récentes de la production cotonnière au Tchad*. Cot. & Fib. Trop. n° 18, pp 251-262 ; v. 4

Megie. C. ; 1974 ; *Note sur l'évolution de la fertilité des sols du Tchad : résultats de l'expérimentation et impératifs qui en résultent.* IRCT (ref. La Valette CA-CT Doc. 9855)

Megie. C., et J.H. Ehrwein ; 1976 ; *Contribution à l'étude de la fertilité d'un sol du continental terminal (Koro) dans les essais pérennes de la station agronomique de Déli (Tchad)* ; CFT vol. 31 n° 2 ; pp 241-266

Mingoaskileboug, J.P. ; 2000 ; *Analyse des systèmes d'élevage dans les terroirs de Ndaba, Koudoti et Behongo en zone soudanienne du Tchad.* Réussite de DEA INA-Maison Alfort – CIRAD-EMVT

Molin J.M. ; 1984 ; *L'opération arachide au Sud Tchad* – Oléagineux vol. 39-n° 12 ; 587-92

Mougenet .L et D , Pouzet ;1994 ;*Efficacité anti-risque d'un système de culture vivrier combinant deux variétés de mil de longueur de cycle différentes ;cas de la région de Dapaong au Nord Togo* ;IFDC et CIRAD-CA

Ngamine. J. ; 1985 ; *Les légumineuses améliorantes et/ou fourragères.* Fiches techniques – CIRAD-CA, Bébédjia – 25 pages

Ngamine. J.et M.Altolna. ; 1998, *Etude des flux de biomasse et gestion de la fertilité au niveau du terroir.*

Naudin K. , septembre 2001: ;*compte rendu de mission projet agroécologie Nord Cameroun*

Nuttens, F. ; Juin 2000 ; *La production de coton graine en zone soudanienne (cartes, graphiques et tableaux.* ONDR/DSN

Pallix, G., Robin H., et Francon B.; 2000 ; *Mission d'étude sur la fertilité des sols de la zone soudanienne, Tchad.* ;AFDI Poitou Charente

PASR, août 2000 ; *Maintien et régénération de la fertilité dans la zone de Doba-Donia, programme 2000-2001, mission AFDI.*

Pias, S., 1970 ; *La végétation au Tchad, ses rapports avec les sols,* travaux de l'ORSTOM, contribution à la connaissance du bassin tchadien.

Pias, J., 1970 ; *Notice explicative (n° 41) de la carte des sols du Tchad au 1/1.000.000,* ORSTOM.

PRASSAC, 2001 ; *Atlas : Agriculture et développement rural des savanes d'Afrique Centrale.*

Raymond, G., Tchilgue, Y. et X. Beliaki, 1990 ; *Enquête suivi-évaluation 1989/90 : 30 villages zone soudanienne Sud-Tchad,* CIRAD-IRCT et ONDR

Raymond, G., 1990 ; *Atlas agricole de la zone soudanienne du Tchad,* CIRAD-IRCT/ONDR 18 p.

Raymond, G. , 1991 ; *Gestion de la fertilité des sols et production cotonnière dans le Sud du Tchad.* SFER, session printemps 1991.

Receveur, M., 1999 ; *note sur :*

1. *les feux de brousse en fonction de l'élevage*
2. *rotation, amélioration des pâturages et transhumance saisonnière au Tchad.* Bul. Agric/ Congo Belge, 40-1951-1964.

Reneaud ,H et al ; Rapports analytiques de campagne agricole pour les années 1988 ,1989 ET 1990 ;SAFGRAD

Reyniers , F.N., 2000 ; *Rapport de mission au Tchad, réunion du Comité Régional de coordination du pôle CRN/SP, CIRAD.*

Rollin D. ,2000 ; *Mise au point d'itinéraires techniques avec semis direct et couverture permanente du sol dans la zone coton du Nord Cameroun Compte rendu de mission au Tchad et au Cameroun janvier 2000 ;CIRAD-CA 17 p. + annexes*

Rollin D., 2000, *Diagnostic sur les systèmes de culture; suivi et analyse des pratiques culturales.* Rapport de mission au Cameroun et au Tchad du 11 au 23/06/2000. Cirad CA Prasac

Rougier, N. , 1995 ; *Diagnostic économique des exploitations agricoles de la zone soudanienne du Tchad : étude de 125 exploitations réparties sur 5 terroirs et proposition d'une méthode, 80 p.* Station de Bebedja Cirad-Ca/

Roose, E ;1996 ,*Introduction à la gestion conservatoire de l' eau ,de la biomasse et de la fertilité des sols 5 G.C.E S) ;Bull pédo FAO n° 70*

Saragoni, H., oct. 1999 ; *Synthèse de l'atelier ITRAD-CRRA/ZC Bebedja.*

Saragoni, H., et K. Madala, avril 2000 ; *Partenariat ONDR-CP ; V – service gestion des terroirs.*

Saragoni, H., janvier 2000 ; *Réflexions sur quelques objectifs de production vivrières fixées au PCVZS*

Saragoni, H., juin 2001 ; *Analyse de quelques données pluviométriques et de production agricole en zone soudanienne du Tchad ; situation par rapport aux objectifs de production du PCVZS.*

Saragoni, H., Gaye, S.Y., Dar. G.A. Bouka K. et Ngaroum, A.F., août 2001 . *La production de semences vivrières au Tchad méridional ; station de Bebedja, fermes semencières et groupements paysans; partenariat PCVZS-ITRAD et PCVZS-ONDR.*

Saragoni, H. , et Ngarhamnodji, D. nov. 2001 ; *Synthèse des actions entreprises et des résultats obtenus en pré vulgarisation agricole au Tchad méridional entre 1992 et 2000, PCVZS./ONDR-DSN*

Saragoni, H., Ngarhamondji, D. ; nov. 1999; *Partenariat ONDR-PCVZS.*

1. Service de pré vulgarisation.

Saragoni. H. et Kokoli, W. fév. 2000 ; *Partenariat ONDR-PCVZS.*

iii. Service de vulgarisation.

Schilling. R., 1975 ; *Etude agronomique des oléagineux dans le Sud-Tchad. Rapport de mission mars-avril 1975. IRHO, 66 p. +annexes, Oleagineux vol. 38, n0 12 p. 587-592.*

Seignobos. CH. 1999 ; *Quelques réflexions concernant les composantes "terroirs" et "observatoires du développement ; atelier de programmation du PRASAC, Maroua PRASAC, 9-16/3/1999.*

Seignobos. Ch, 2000 ; *Terroirs PRASAC Composant C2 "gestion des terroirs vers une confirmation des choix PRASAC*

Seignobos. C; et Schwendiman. J., 1991 ; *Les cotonniers traditionnels au Cameroun. Vol. 6 n° 4 p. 309-333.*

Séguy L., 1997: *Notes technique d'appui à l'unité de recherches sur les systèmes de culture de l'IRAD à Garoua (Cameroun) Mission du 21 au 29 septembre 1997 Doc Cirad 29p. plus annexes*

Seguy, L, Bouzinac S., 1998 *Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en Semis Direct* Doc interne Cirad CA 45p. Montpellier

SOGEC/BDPA , 1999, *Projet de production cotonnière et vivrière en zone soudanienne ; composante R-D ,volet suivi évaluation* . Rapport situation de référence
PCVZS , Moundou

Toutain. B., Toure. O. et Reounodji F., 1999 ; *Etude prospective de la stratégie nationale des ressources pastorales au Tchad* ;CIRAD/EMVT

Vallée. G.,M'Biandoum. M., et Forest, F., 1995 ; *Systèmes de culture en semis direct dans la zone soudanienne du Nord- Cameroun (cas de l'aménagement de Sanguéré-Djalingo)*, projet Garoua, IRA-IRZV/CIRAD.

Vandou. B.n et al, 2000 ; *Diagnostic participatif global de la zone soudanienne* ITRAD-Bebedja, ONDR, PSAP.

Vaillant. A., 1957 ; *L'amélioration des pâturages et du bétail bovins dans les régions tchadiennes.* Journal Agr. Trop. et Bat. Aplic 4, 69-82.

Werts R., 1976: *Propositions pour le développement de la production vivrière dans les différentes situations agricoles du Bénin.* IRAT 105p.

Yagoua, N.D., 1997 ; *Caractérisation du sorgho pluvial (5b) de la zone soudanienne du Tchad.* Cités du coll. « gestion des ressources génétiques des plantes en Afrique des savanes. Bamako 24-28/2/9 ed. CIRAD-CA.

ANNEXES

ANNEXE 1: CALENDRIER MISSION TCHAD 30 NOVEMBRE AU 14 DECEMBRE 2001

1^{ère} partie Dominique Rollin Jacques Arrivets du 20 au 29 novembre 2000

20/11 Montpellier Paris N'Djamena

21/11 Cadrage de la mission au SCAC, entretiens avec DG environnement, DG Elevage, DG Agriculture, DG Itrad, Réunion de travail au SCAC avec les bailleurs de fonds et le PASR

22/11 N'Djamena Pala, Conférence débat avec le préfet le sous préfet, les techniciens de la région

23/11 Tournée de terrain autour de Pala (Goigamala, Sorgia) puis trajet jusqu'à Moundou

24/11 Tournée de terrain dans la région de Doba (Bedogo Beboye) avec AFDI, PASR, PAOP puis intervention et débat avec les techniciens de la région et des responsables paysans réunis en assemblée générale

25/11 Bibliographie à Moundou

26/11 Moundou Conférence débat devant les autorités et les techniciens. Trajet Moundou - N'Djamena

27/11 Conférence au CNAR devant ministres agriculture, élevage, enseignement supérieur, environnement, directeurs généraux, bailleurs de fonds. Après midi entretiens avec Coordination Prasac

28/11 Réunion au SCAC, entretiens avec le chercheurs Prasac

29/11 DG ITRAD et chercheurs Prasac. Conférence au centre culturel français Départ D. Rollin N'Djamena Paris Montpellier

2^{ème} partie Jacques Arrivets:

- 30/11 :N'Djamena :ONDR : entretiens avec Messieurs :
- Ndoasngar, chef Service Technique et B. Pazini, responsable du service projet et programmation,
- Djimbaï, chef de la DAP

→ accord pour collaboration ONDR/PASR (donné par directeur ONDR)

- 1 et 2/12 : travail sur documentation à l'hôtel puis trajet N'Djamena-Pala
- 3/12 : Pala
 - BELACD :entretien avec Messieurs Gouan, directeur et Pierre Pazini responsable du volet agricole
 - Visite paysans pilotes avec l' encadreur Mathieu Palouma

- Projet PCGRN : financement GTZ ,opérateur franco-allemand : IRAM-ECO, entretien avec Klaus Moller (ECO) chef du projet
- Projet allemand : Pro Agri : entretien avec Parfait Vabougou, chef du projet

- 4/12 : Pala → Moundou
 - Visite champs d 'un paysan pilote à Ndsamal- Kobo (près de Bérem) avec les encadreurs BELACD :Dokblama Maya et M.palouma; trajet sur Moundou

- 5/12 : Bébedja
 - Bébedja avec J. Pichot et J. Faye – exposé J. Ngamime –; entretien et documentation avec M Altolna

- 6/12 : Bébedja : entretiens avec J. Ngamine et M Altolna; visite de la station
 - PCVZS : entretiens avec M. Abbe (directeur)et H. Saragoni (conseiller)
 - PASR : entretien avec G. Herin

- 7/12 : Moundou
 - ONDR : entretien avec F. Nuttens
Documentation

- 8 et 9/12 : Moundou
 - Travail sur doc à l'hôtel

- 10/12 : Moundou
 - Bébedja : entretiens avec J Ngamine et M Altolna
 - PCVZS : entretiens avec messieurs Abbe et Saragoni
 - ONDR Sud : entretien avec messieurs Tchilgué Y.,(directeur),Amin Ourmane, (dir-adjoint et suivi évaluation), Ngarhamnoudji (sous dir. et pré vulgarisation) et M. Ben Monaye (vulgarisation.)
 - PASR : entretien avec M. Dodih, directeur du PASR et du PAOP, délégué régional pour l'agriculture

- 11/12 : trajet Moundou → N'Djamena
 - arrêt à ferme semencière de DELI, visite avec M. Gaye, directeur et Naitormbaïde Michel, spécialiste manioc

- 12/12 : N'Djamena :restitution
 - Compte-rendu à la MCAC, présentation des lères idées de propositions
Finalisation de l'aide mémoire laissé à N'Djamena

- 13/12 : N'Djamena restitutions
 - AFD : M. L'Aot
 - ITRAD : M. Mamba Yaya (directeur)
 - Ministère de l' agriculture : DG Mr Assanti + DG ONDR : Abdel Fakaré
 -

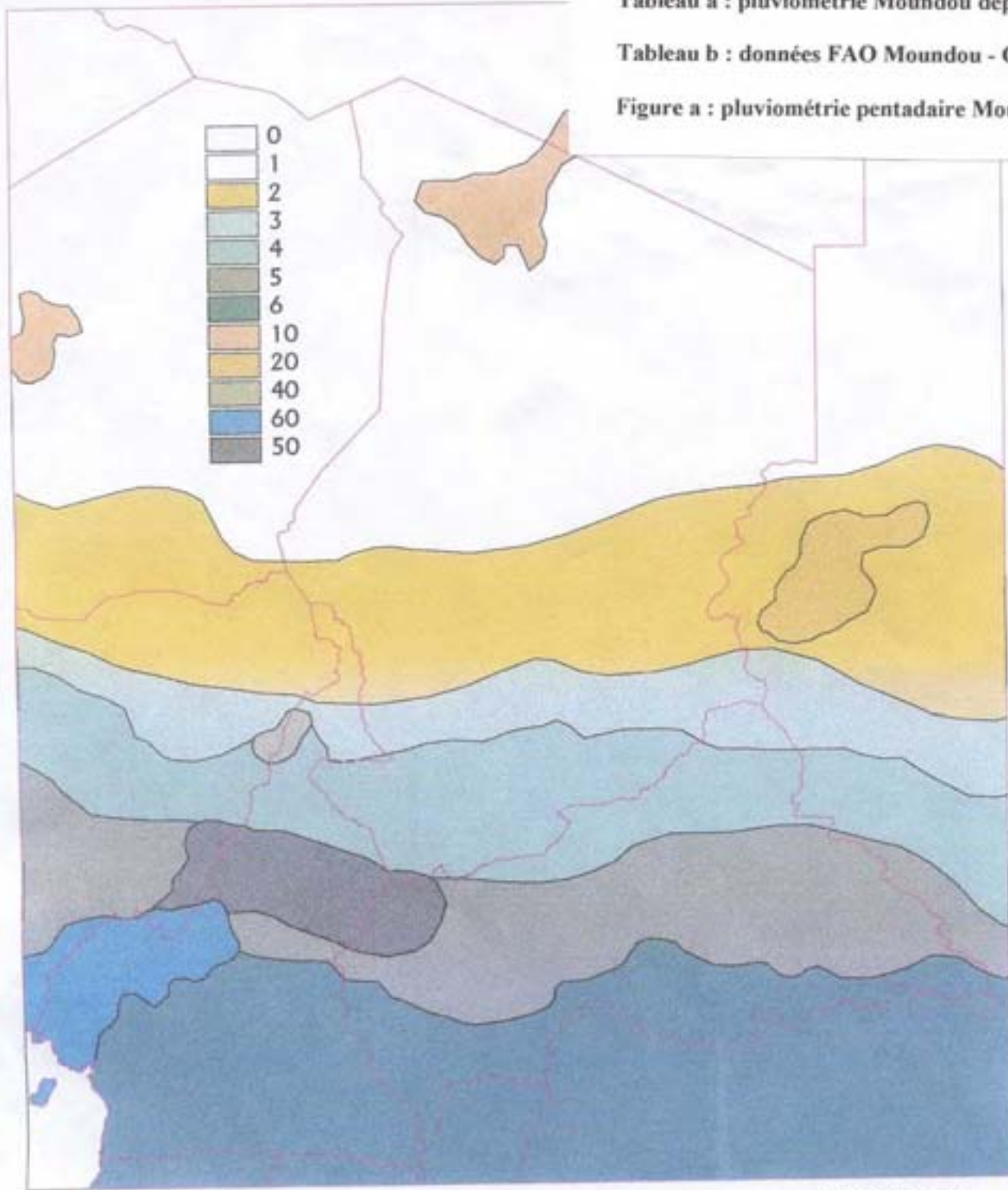
- 14/12 : voyage N'Djamena – Montpellier

Carte zonage climatique

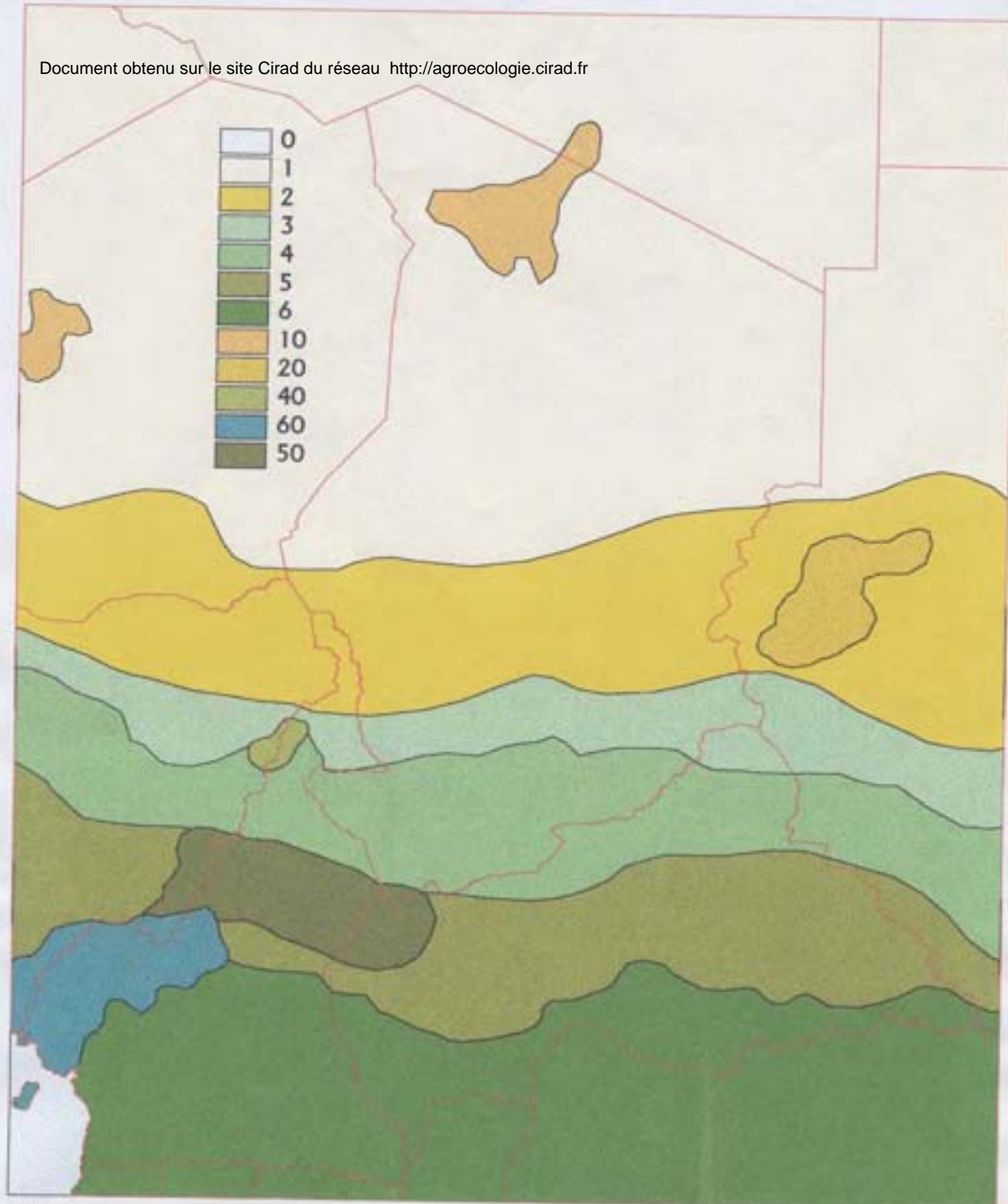
Tableau a : pluviométrie Moundou depuis 1950

Tableau b : données FAO Moundou - Garoua

Figure a : pluviométrie pentadaire Moundou



CLIMAT	PLUVIOSITE	HIVERNAGE	TMOY_JANV	TMOY_AOU
2 Sahélien	200 - 700 mm	70 - 110 jours	19 - 26	25 - 30
3 Nord Soudanien	700 - 900 mm	110 - 150 jours	22 - 26	26 - 28
4 Sud Soudanien	900 - 1250 mm	150 - 180 jours	23 - 26	25 - 26
40 Soudanien d'altitude	900 - 1000 mm	150 - 160 jours	22 - 25	21 - 24
5 Tropical subhumide	1250 - 1600 mm	180 - 240 jours	24 - 27	23 - 25



ZONE	CLIMAT	PLUVIOSITE	HIVERNAGE	TMOY_JANV	TMOY_AOL
2	Sahélien	200 - 700 mm	70 - 110 jours	19 - 26	25 - 30
3	Nord Soudanien	700 - 900 mm	110 - 150 jours	22 - 26	26 - 28
4	Sud Soudanien	900 - 1250 mm	150 - 180 jours	23 - 26	25 - 26
40	Soudanien d'altitude	900 - 1000 mm	150 - 160 jours	22 - 25	21 - 24
5	Tropical subhumide	1250 - 1600 mm	180 - 240 jours	24 - 27	23 - 25

Guillobez PRASAC 2001 (Atlas...)

Tableau A : Evolution de la pluviométrie moyenne de la zone soudanienne du Tchad au cours des cinquante dernières années (1950-1999 *). Saraçoni, 2001

Année	Pluviométrie mensuelle (mm)												Total (mm)
	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Jul	Août	Sept.	Oct	Nov	Dec	
1950	0	0	7	70	108	105	293	278	204	103	3	0	1171
1951	0	0	12	9	132	108	271	219	234	139	0	0	1065
1952	0	1	3	26	77	132	189	302	229	85	0	0	1054
1953	0	1	11	14	138	156	208	270	190	58	1	3	1048
1954	0	0	8	39	94	167	246	297	141	92	11	0	1095
1955	0	0	10	48	76	152	252	219	271	101	0	0	1128
1956	0	0	32	16	37	122	212	299	246	62	2	0	1028
1957	0	0	1	52	88	154	213	252	136	74	14	0	984
1958	0	0	8	47	71	159	218	279	280	45	5	0	1091
1959	0	0	3	49	86	134	199	304	257	28	1	0	1061
Moy. décennale	0	0	10	37	91	139	224	272	217	79	4	0	1073
1960	0	1	2	62	100	152	248	278	249	75	3	4	1174
1961	0	0	3	44	57	178	300	247	232	48	0	0	1109
1962	0	0	20	24	71	134	169	312	262	62	9	0	1063
1963	0	3	5	72	110	156	264	280	128	87	0	0	1105
1964	0	0	6	46	84	133	256	300	225	88	0	0	1132
1965	0	0	8	34	48	157	213	287	142	40	0	0	909
1966	0	0	8	67	145	151	142	262	207	59	1	0	1042
1967	0	0	0	41	68	130	215	268	228	58	3	0	1009
1968	0	0	0	53	82	166	272	252	169	21	1	0	956
1969	0	0	26	47	81	137	267	280	189	101	6	1	1135
Moy. décennale	0	0	8	49	85	149	228	275	203	64	2	0	1063
1970	0	0	3	33	91	136	233	296	247	23	0	0	1062
1971	0	0	5	30	55	122	216	282	166	45	0	1	924
1972	0	0	2	48	98	129	221	262	172	51	0	0	984
1973	0	0	0	42	51	112	215	252	153	78	3	0	906
1974	0	0	0	32	90	115	265	198	173	59	3	0	935
1975	0	0	14	45	90	127	208	333	275	67	1	0	1160
1976	0	8	2	24	97	128	180	248	177	100	4	0	952
1977	0	0	0	19	77	103	216	246	112	33	0	0	805
1978	0	0	5	61	135	123	237	326	178	56	0	0	1120
1979	0	0	5	40	126	164	241	182	141	57	4	0	960
Moy. décennale	0	1	4	37	91	126	223	262	179	57	2	0	992

Suite **Tableau a :**

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Année	Pluviométrie mensuelle (mm)												Total (mm)
	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	
1980	0	0	0	05	18	60	254	182	161	44	0	0	1006
1981	0	0	1	06	113	116	246	221	183	32	0	0	1006
1982	0	0	4	17	73	138	193	279	165	73	0	0	1006
1983	0	0	0	2	51	134	207	253	142	17	0	0	1006
1984	0	0	5	29	39	115	151	146	108	32	0	0	1006
1985	0	0	19	12	79	133	282	166	118	28	4	0	1006
1986	0	5	7	15	45	116	287	158	186	56	2	0	1006
1987	0	0	3	7	37	151	252	233	175	27	0	0	1006
1988	0	0	0	39	71	122	260	124	280	29	0	0	1006
1989	0	0	0	25	83	120	220	215	164	85	0	0	1006
Moy décennale	0	0	4	22	83	100	237	230	165	42	2	0	916
1990	0	0	0	30	80	131	217	215	137	46	0	0	857
1991	0	0	1	54	174	118	187	251	140	56	2	0	879
1992	0	0	8	22	92	131	207	274	245	51	5	0	1036
1993	0	0	4	51	110	84	190	156	134	64	0	0	784
1994	0	0	2	36	70	149	181	335	258	81	0	0	1112
1995	0	0	9	40	37	164	217	357	150	75	0	0	1109
1996	0	0	2	56	105	156	186	240	223	68	0	0	1040
1997	0	0	4	33	135	189	235	251	148	101	29	0	1134
1998	0	0	0	23	62	111	233	218	217	86	0	0	1025
1999	0	0	4	19	90	149	210	319	245	171	0	0	1206
Moy décennale	0	0	3	41	101	126	206	267	190	80	4	0	1028
Moyenne 1950-1999	0	0	6	37	90	136	224	261	191	84	0	0	1012
2000	0	0	5	26	61	126	327	242	180	60	0	0	927

* Pluviométrie mensuelle et annuelle moyenne (moyenne des relevés pluviométriques des secteurs CNDR/DSN), avec moyennes par décennie et pour les cinquante ans et pluviométrie moyenne pour l'année 2000

Sur postes pluviométriques permanents (Lere, Paig, Kéo, Lar, Moucou, Goba, Koumba, Mousso, Sarh et Kyabel), auxquels viennent s'ajouter deux postes (Fanga et Bédoual) en 1950 à 1982. Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>
sources BEALVILAIN 1995 CNDR/DSN;

COUNTRY CHAD * STATION MOUNDOU * NUMBER 64706

422 MET

B. 37 * LONGITUDE : 16. 04 * ELEVATION :

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
PRECIPITATION	0	0	7	54	97	134	239	307	225	83	3	0	1099
TEMP. AVERAGE	25.1	27.7	30.8	31.3	29.3	27.9	26.0	25.7	25.7	26.8	26.7	26.0	26.3
TEMP. MEAN MAX	33.2	36.0	39.7	38.6	35.6	33.1	30.6	30.0	30.3	32.5	33.1	34.6	34.4
TEMP. MEAN MIN	13.0	17.3	21.7	23.6	23.0	21.8	21.3	21.3	21.0	21.2	18.9	17.1	21.1
TEMP. MEAN DAY	28.8	31.4	34.0	33.8	31.6	29.0	27.7	27.2	27.3	28.9	29.7	28.3	26.8
TEMP. MIN NIGHT	21.6	24.1	27.6	28.9	27.0	25.4	24.4	24.0	23.9	24.7	23.4	21.0	24.6
VAPOUR PRESS	12.0	11.7	16.0	21.7	25.0	29.7	26.2	26.3	26.3	25.3	20.0	14.3	21.9
WIND SPEED RM	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.9	0.7	0.8
SUNSHINE %	79	78	68	58	62	52	48	41	49	61	81	82	73
TOT RADIATION	471	503	493	462	471	423	409	387	418	447	489	470	452
EVAPOTRANSPIR.	130	133	173	163	152	128	120	116	113	128	128	122	112

TYPE OF GROWING SEASON : NORMAL GROWING SEASON (WITH DRY PERIOD)
 DRY DAYS : 197 INTERM. DAYS 47 WET DAYS 121

SEASON NR : 1
 SEASON BEGINS ON 3 MAY
 BEGIN HUMID ON 6 JUNE
 HUMID PERIOD (122 DAYS) ENDS ON 3 OCT.
 END OF SEASON ON 20 OCT.
 TOTAL LENGTH OF SEASON (8 169 DAYS)

COUNTRY CAMEROON * STATION YAMOUSS * NUMBER 64707

B. 20 * LONGITUDE : 13. 23 * ELEVATION : 244 MET.

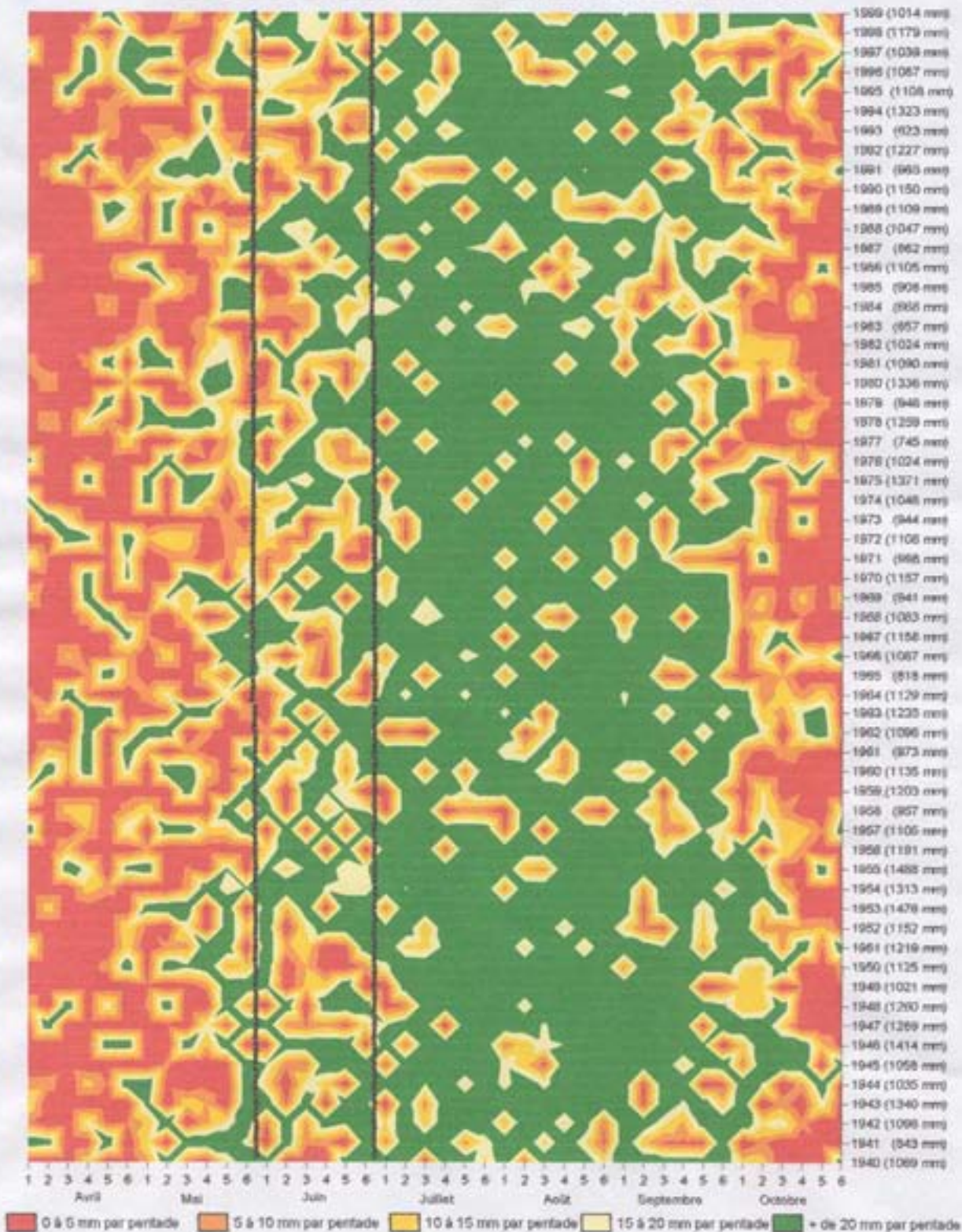
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
PRECIPITATION	0	1	5	38	122	155	178	224	214	75	3	1	1014
TEMP. AVERAGE	26.3	29.0	32.1	32.3	30.0	27.2	26.2	26.0	26.0	27.6	28.0	26.3	28.1
TEMP. MEAN MAX	33.0	37.2	39.5	38.5	34.0	32.1	30.3	30.0	30.7	33.3	36.0	37.3	34.3
TEMP. MEAN MIN	18.0	21.1	24.5	26.0	24.3	22.1	22.0	21.7	21.2	21.7	19.7	17.7	21.7
TEMP. MEAN DAY	29.6	32.3	34.7	34.5	32.3	28.9	27.8	27.3	27.7	29.7	30.7	29.4	30.4
TEMP. MIN NIGHT	23.6	26.4	29.4	30.1	28.2	25.3	24.7	24.3	24.3	25.3	24.7	23.0	23.8
VAPOUR PRESS	8.6	8.3	12.7	20.0	25.0	26.7	26.3	26.3	26.3	25.2	17.0	8.6	19.3
WIND SPEED RM	1.6	2.0	2.6	3.0	2.9	2.7	2.0	2.3	2.1	2.2	2.1	1.8	2.3
SUNSHINE %	78	81	70	64	63	60	49	44	53	74	82	83	66
TOT RADIATION	463	511	501	487	483	437	413	400	434	493	488	468	467
EVAPOTRANSPIR.	168	184	240	221	188	147	137	133	131	157	181	172	206.3

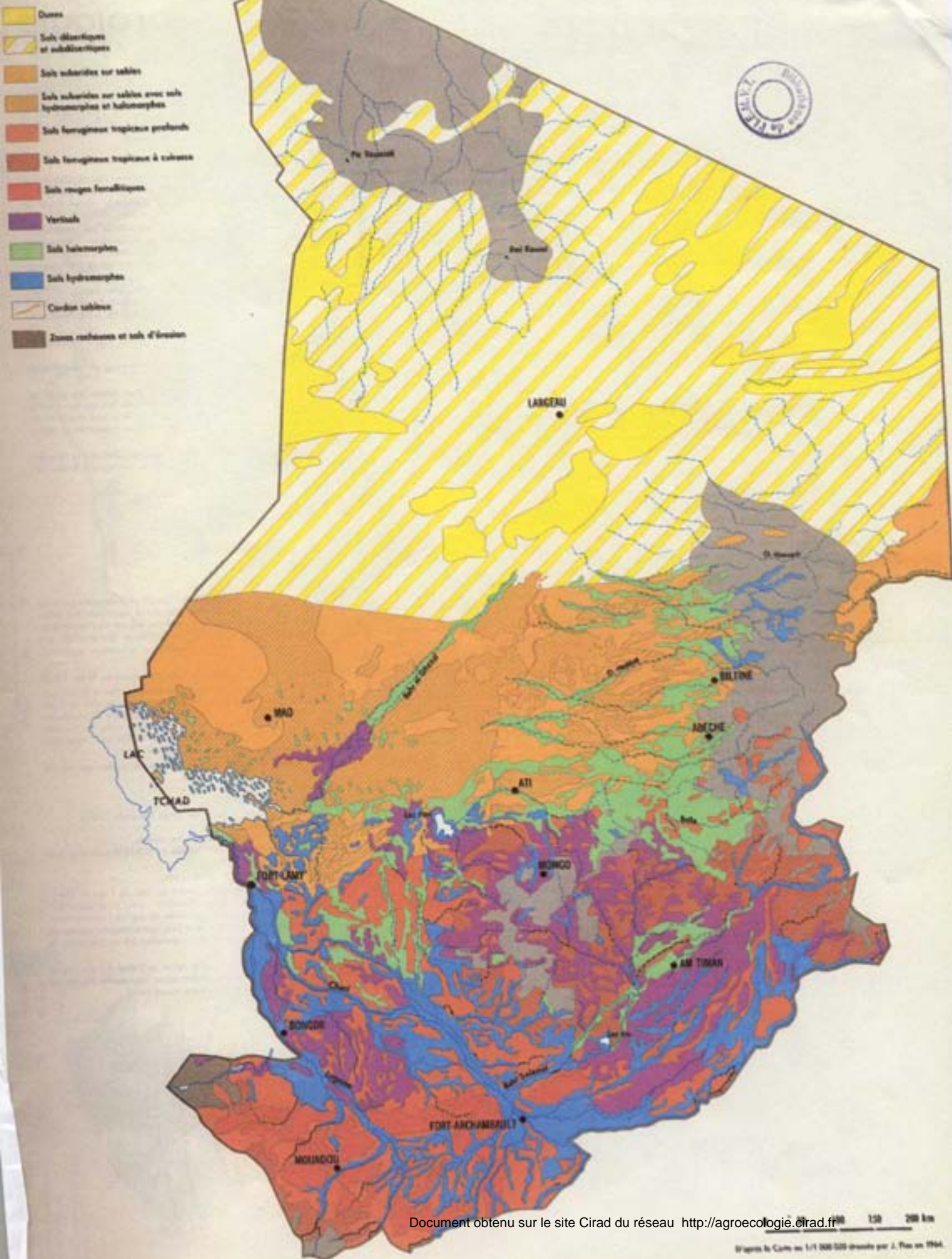
TYPE OF GROWING SEASON : NORMAL GROWING SEASON (WITH DRY PERIOD)
 DRY DAYS : 203 INTERM. DAYS 49 WET DAYS 113

SEASON NR : 1
 SEASON BEGINS ON 3 MAY
 BEGIN HUMID ON 10 JUNE
 HUMID PERIOD (114 DAYS) ENDS ON 1 OCT
 END OF SEASON ON 14 OCT.
 TOTAL LENGTH OF SEASON (8 163 DAYS)

Tableau b : FAO, 1984.
 Données agroclimatologiques
 Afrique vol. 1

DISTRIBUTION DE LA PLUVIOMETRIE SUR LA STATION DE L'ITRAD DE BEBEDJA





ANNEXE 3 : SOLS ET FICHE DE LECTURE PIAS J., 1970, (Carte pédologique Du Tchad, ORSTOM)

Extrait :

- (le) paysage de la zone soudano-guinéenne (est) constitué de vastes plateaux de terres rouges densément (jadis) boisés dans lesquels les rivières s'enfoncent par des vallées profondément encaissées (... Logone ...),
- (les) plateaux, d'âge continental terminal, qui portent le nom de « Koro » présentent une nappe à une grande profondeur, souvent supérieure à 50 m (120 m à Benoye ...),
- les sols exondés (coïncident plus ou moins avec les koros) sont caractérisés par une individualisation importante des sesquioxydes (alumine- fer- manganèse) qui peuvent conférer aux horizons une coloration plus ou moins accusée rouge, ocre ... principalement. La matière organique a une décomposition rapide, elle est rapidement minéralisée. Les sols (à sesquioxydes) sont représentés par 2 sous classes²⁹ dans la zone intertropicale,
- les sols ferrallitiques (issus de la ferrallitisation sous un paléo/climat très humide ($P > 1\ 200-1\ 300$ mm) ayant subi une altération très profonde des minéraux silicatés à l'exception du quartz accompagnés d'une évacuation de la silice et des bases. Les hydroxydes de fer et d'alumine libérés sont restés dans le profil. Selon que le drainage est plus ou moins fort il se forme plus ou moins de gibbsite ou de kaolinite (selon recombinaison silice avec alumine),
- les sols ferrugineux tropicaux formés sous une pluviosité moindre ($< 1\ 200$ mm ; > 500 mm avec moindre altération des minéraux silicatés et formation de kaolinite et même des argiles 2 + 1.

Les principaux sols rencontrés dans la partie centrale de la zone cf. extrait de la feuille de Moundou (Bouteyre 1965) sont :

- des sols ferrugineux (tropicaux) lessivés à taches et concrétions (voir encadrés 1 et 2),
- des sols faiblement ferrallitiques (voir encadrés 3 et 4).

Voir carte a : au 1/1.000.000 ORSTOM Pias

Extrait carte b: au 1/1.000.000 ORSTOM Bouteyre

²⁹ classification Aubert 1966 (!)

Encadré 1 - : sols ferrugineux tropicaux lessivés

A. taches et concrétions ferrugineuses - famille sur sable siliceux ou sables argileux (Profils Koumra 10 - Moundou 91 - Tim 35 - Annexes 10 et 11.)

Ils sont très répandus dans la zone des sols ferrallitiques au sud du 10e parallèle ainsi que plus au nord :

- dans le bassin du Moyen-Chari (Niellim, Miltou),
- dans les plaines du Moyen-Logone et dans celles des bahr Abou - Kenta - Salamat où ils forment des alignements diversément orientés,
- dans la partie sud du massif du Ouaddai et même jusqu'à des latitudes plus septentrionales (14e parallèle de latitude N.). Ils apparaissent alors comme des sols non actualisés représentant des pédogénèses antérieures.

Leur plus grande zone d'extension actuelle se situe entre les isohyètes 1000 et 800 mm

Dans le sud, ils apparaissent comme un remaniement local sur pente à la suite de lessivage oblique de l'argile et du fer des sols ferrallitiques. Plus au nord, ils se sont formés sur des dépôts sédimentaires provenant de ces mêmes sols rouges ou des formations Continental Terminal leur ayant donné naissance

Des sections d'hydromorphie induites par le mauvais drainage interne marquent souvent la base des profils.

Morphologie - Profil A & C

A - gris à gris-bleu (10 YR 3/1 - 6/1), sableux, structure fondue, compacité et cohésion faibles, porosité tubulaire. Epaisseur 20 cm environ.

A₁ - beige ou ocre (10 YR 7/3 - 7/8), identique au précédent. Epaisseur 20 à 50 cm.

B₁ - beige, jaune rougeâtre (10 YR 7/4 - 7,5 YR 7/4 - 7,5 YR 7/4), sablo-argileux, structure polyédrique, compacité et cohésion assez fortes

B₂ - identique en couleur avec apparition de taches et concrétions ferrugineuses de couleur rouille.

B₃ - identique à concrétions très nombreuses. Dans cet horizon se produit fréquemment des engorgements en saison des pluies.

C - difficilement délimitable. C'est très souvent la continuation de l'horizon précédent jusqu'à ce que l'on observe un changement dans la nature du matériel. L'épaisseur du profil peut atteindre 2 à 3 m.

Les horizons B₁, B₂, B₃ peuvent se trouver confondus en un même horizon dans certains profils. La couleur est alors très uniforme et les taches peuvent être peu abondantes et peu marquées.

L'horizon de surface est généralement sableux (0 à 10 % d'argile). En profondeur, vers 150 à 200 cm, les teneurs en argile prennent des valeurs de 20 à 40 % et les profils présentent rarement un "ventre" d'accumulation argileuse, la pourcentage d'argile croît avec la profondeur, puis demeure relativement constant. L'indice de lessivage est entre 3 et 8, il est souvent voisin ou légèrement supérieur à 3.

La structure fondue en surface devient polyédrique en profondeur et même parfois qu'augmentent la compacité et la cohésion. L'instabilité structurale, au moins en surface (0,5 à 1), augmente en profondeur où elle est supérieure à 2. Les perméabilités sont faibles. La porosité, assez élevée en surface, est faible dans les horizons profonds.

Les teneurs en carbone ont une répartition maximum entre 0,25 et 0,50 % rapports C/N entre 11 et 15.

Les pH sont compris entre 5 et 7 en surface, entre 4 et 6 en profondeur et baissent avec la profondeur.

La somme des bases échangeables a des valeurs comprises entre 1 et 2 mEq

- Ca et Mg dominent. Parfois Mg prend des valeurs supérieures à Ca (0 à 30 mg/l) et représente à eux deux 80 à 90 % de S.

- K est compris entre 0 et 0,3 mg/l en surface, entre 0 et 0,5 mg/l en profondeur.

- Na a des valeurs situées entre 0 et 0,1 mg/l.

Les taux de saturation sont surtout compris entre 40 et 80 % en surface, de 30 et 60 % en profondeur vers 100 cm.

Les augmentations des teneurs en fer total sont généralement assez élevées la profondeur (6 à 8 % pour 1 à 2 % en surface).

La fraction colloïdale inférieure à 2 μ est composée de kaolinite (65 à 75 % d'illite (5 à 15 %), de goéthite (1 à 8 %).

Les éléments traces ont des teneurs assez voisines de celles trouvées dans les sols ferrallitiques. On observe parfois une tendance à de légères accumulations en profondeur dans les profils pour certains éléments (V, Cu, Ni, Cr).

Les horizons B sont caractérisés par une structure plus massive. On observe aussi dans ceux-ci un relèvement des pH ainsi que du degré de saturation en argile. L'horizon A humifère y est mieux développé, plus riche en carbone et présente aussi des rapports C/N plus élevés, souvent supérieurs à 15.

Végétation - Associations végétales

La végétation est une variante de la savane arborée soudanienne à Combretes plus ou moins éclaircie, pouvant à manier l'augmentation de densité de certaines espèces (*Combretum glaberrimum*, *Terminalia avicennoides*, *Cordia alliodora*, *Pithecellobium dulce*).

La valeur agricole de ces sols est peu différente des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Leur plus grande richesse en bases échangeables et en matière organique contrebalancée par des caractères d'hydromorphie plus accusés qui risquent de limiter les cultures comme celle du café.

Encadre 2 : Profil Koumra 10

Pls ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions ferrugineuses
Sur sables siliceux ou sables argileux *

Horizon beige lessivé

0-10 : Koumra

10-30 cm : Horizon gris-clair, sableux grossier, meuble.

30-70 cm : Horizon beige, sableux grossier, meuble.

70-135 cm : Horizon beige, sable argileux, compacté faible

135-185 cm : Horizon beige, sabro-argileux

à beige à grévillos ferrugineux

185-91 : Moundou

Zona presque plane avec le penté vers la Nya de Dohier Jaçnière récente
Influencé *Hymenocardie* et *Delarum*.

6-35 cm : Horizon beige, sableux fin, battant.

35-100 cm : Horizon beige, riche en gravillons ferrugineux séparés par une matrice argilo-sableuse.

100-190 cm : Horizon beige, plus riche en gravillons ferrugineux que l'horizon supérieur. Ensemble à forte cohésion.

190-210 cm : Horizon beige, plus riche en gravillons ferrugineux que l'horizon supérieur. Ensemble à forte cohésion.

ANALYSE PHYSIQUE

N° échantillon	101	102	103	104	911	912	913
Profondeur cm	0-15	40-60	110-130	170-185	0-30	30	100
Relevé à min					1,2	50,8	61,7

ANALYSE MECANIQUE

	%	11,5	27,2	20,2	6,2	25,0	26,0
Argilla	%	3,0	2,0	1,2	6,0	8,2	6,8
Limons	%	30,0	28,5	19,0	20,5	25,0	26,6
Sable grossier	%	50,0	54,0	40,5	44,0	42,0	42,0
Matière organique	%	2,08	0,72			0,19	
Humidité	%				0,6	2,8	2,8

MATIERE ORGANIQUE

	%	0,42		0,11
Carbone	%	1,21		0,11
Azote	%	0,79	0,37	0,10
C/N		15,3	11,4	11,0

REACTION

pH 40u	6,6	6,1	6,6	6,4	6,2	6,4	6,7
pH KCl	6,6	6,0	6,2	6,0	6,4	6,4	6,0

STRUCTURE

Instabilité 15	0,32	1,14	2,13	1,68			
Perm. K cm/h	2,6	1,7	2,9	4,3			

ANALYSE CHIMIQUE

BASES ECHANGIABLES MC POUR 100 g DE SOL							
Ca	0,85	0,36	0,43	2,18	0,72	0,76	0,40
Mg	0,90	0,80	0,80	0,20	0,20	0,20	0,20
K	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,08	0,08
Na	0,14	0,16	0,14	0,22	0,06	0,11	0,12
S	1,21	1,04	1,39	2,62	1,04	1,19	0,82

Encadré 2 : SOUS-FAMILIERS FERRALLITIQUES

Mossaka (sables rouges) - famille sur sables ou argiles sableuses (Profil Moussaka ANKARA T5)

Ils représentent un type classique que l'on retrouve dans toute l'Afrique (Ouest : Sénégal (Casamance), Togo, Dahomey... où ils se sont formés sur des sédiments sableux, sablo-argileux... plus ou moins grésifiés du Continental Terminal. Ils portent en ces régions le nom de "terras de barre").

Morphologie - profil A B C

A₁ : sableux à sablo-argileux, brun rouge (2 YR 4/4 - 6 YR 3/4 - 10 R 3/8), structure nodulaire, parfois grumeleuse, compacité et cohésion faibles, porosité tubulaire, structure végétale faiblement développée, épaisseur 15 à 20 cm.

A₂ : identique, peu humifère, couleur transitionnelle entre A₁ et B, épaisseur 30 à 50 cm

B : sablo-argileux à argilo-sableux parfois argileux, rouge (10 R 4/6 - 6/8). Structure polyédrique moyenne plus ou moins développée, parfois prismaticque. Compacité et cohésion assez fortes. Porosité plus faible qu'en surface, pour des racines. Epaisseur 3 - 4 ... 6 m, parfois plus.

Passage à un horizon tacheté (rouge, jaune, blanchâtre) argilo-sableux parfois argileux, il peut être induré et à l'apparence d'une cuirasse plus ou moins durcie. Le durcissement peut envahir dans bien des cas les horizons rouges situés au dessus de l'argile tachetée.

C : roche-mère altérée, arkosa, gale arkosique, argilla kaolinique d'origine sédimentaire. Anomalies physiques et chimiques

L'horizon superficiel est sableux, sablo-argileux (5 à 20 % d'argile, 5 à 15 % limon, 25 à 65 % de sables fins, 10 à 25 % de sables grossiers). L'horizon B relativement homogène sur une grande épaisseur présente la variabilité suivante : argile 25 à 55 % limon 5 à 24 %, sables fins 10 à 26 %, sables grossiers 10 à 40 %. L'indice de lessivage varie entre 1 et 6,5. Le plus souvent, il n'est pas perché de "ventre" d'accumulation d'argile.

L'instabilité structurale est faible pour les horizons de surface (< 0,7), et augmente rapidement en profondeur pour dépasser 2. Les perméabilités sont relativement élevées en surface (3 - 5 - 7 cm/h) et diminuent en profondeur.

Les teneurs en carbone (0 - 20 cm) varient entre 0,25 et 1,5 % (fréquence maxima entre 0,5 et 0,75 %) pour des rapports C/N allant de 11 à 19 et parfois plus.

La matière humique totale est composée :

- en surface d'une prédominance d'acides humiques sur les acides fulviques (rapport variant de 7,4 à 5,5)

- en profondeur le même rapport est très influencé à 1 en même temps qu'il coïncide en matière humique totale baisse très rapidement

remontée légère du pH à plus grande profondeur dans la zone tachetée.

La somme des bases échangeables oscille entre 0,7 et 5 m³ % en surface, 1 et 2 m³ % en profondeur

- Ca et Mg dominent - Mg est parfois supérieur à Ca.

- K est faible surtout en profondeur (0,9 à < 0,1 m³ %).

- Na est souvent inférieur à 0,1 m³ %.

Le degré de saturation est très variable en surface, compris entre 30 et 60 % en surface, principalement entre 10 et 40 % en profondeur.

Les teneurs en P₂O₅ total sont, en moyenne, de 0,2 à 0,4 %.

Le rapport $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ assez élevé dans l'horizon supérieur (2,5 - 3), est voisin de 2 dans les horizons sous-jacents.

Les teneurs en fer total augmentent avec la profondeur et le pourcentage d'a 70 à 80 % est sous forme d'oxyde.

La fraction colloïdale est à dominance de kaolinite (80-90 %) à l'exception de la goéthite et de l'hématite (10-12 %). La gibbsite peut être observée à l'état de traces.

Les éléments traces sont très diversément représentés dans ces sols. Les ten peuvent être faibles à moyennes pour Pb, Sn, Sr, Li, Rb, Cs, Bi, molybdenes à fortes pour Ba : fortes à très fortes pour Zr, Mn. On remarque la disproportion existant entre le vanadium du strontium, moyennes à faibles, et du baryum toujours élevées. Cette disproportion se traduit dans les sols non ferrallitiques formés sur des séries sédimentaires plus récentes.

Végétation - Aptitude culturale

La végétation est une savane arborée soudano-guinéenne, haute de 8 à 12 mètres, avec les principales espèces suivantes : *Isobambusa dolosa*, *Daniellia oliveri*, *Bauhinia papyrifera*, *Uapaca* spp., *Monotes kessleyana*, *Parinari curatellifolia*... L'espèce dominante est *Hybanthus diandra*.

Les sols ferrallitiques portent des cultures très diverses avec les rendements suivants consignés par BOUTEVRE G (1965) pour la région des Koro (Mali) Koumba et Moussaka. Les surfaces cultivées sont constituées de :

- d'une majorité de sols rouges,
- d'une bande de sols bruns remontant dans les vallées sèches,
- d'une zone haute où affleurent des lambeaux de cuirasse.

Les assolements les plus courants sont du type coton - mil - mil de repousse. Plus divers, ils amènent un abaissement rapide des teneurs en matière organique qui tombent à moins de 0,5 % (0,3 % de carbone). Les jachères nécessaires pour régénérer ont varié alors de 5 à 6 ans.

La relation N - P₂O₅ - pH indique des sols à fertilité très diverse en fonction du pH, bonne à moyenne (pH 7 à 6,5), médiocre à basse (pH 6 à 4,5).

Encadre 4 : Soils faiblement ferrallitiques modaux (Sols rouges)

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Profil 4 : Moundou

Pente légère vers le nord.

Jachère de 7 à 10 - Arbustes de 3 à 5 m de haut avec : *Entada soudan*, *Pterocarpus lucens*, *Combretum* sp., *Grewia mollis*, *Piliostigma reticulata*, *Securio longiperlonculata*.

- 0 - 15 cm : Horizon brun-roux, sableux grossier, structure particulière.
- 15 - 50 cm : Horizon rouge sombre, sableux à sablo-argileux, structure pseu particulière. Bien exploité par les racines.
- 50 - 180 cm : Horizon rouge, sablo-argileux, cohésion moyenne à forte.
- 180 - 310 cm : Horizon rouge, sablo-argileux, assez compact.
- 310 cm et plus : Horizon bicolore : masses ocre-rouille à sable blanc et rouille en rées de zones rouges. plus argileuses anastomosées. Ensemble comp

ANALYSE PHYSIQUE

N° échantillon	41	42	43	44	45
Profondeur cm	0-15	35-50	100	250	310
Refus 2 mm	tr.	tr.	tr.	tr.	62

ANALYSE MECANIQUE

Argile	10,0	33,5	37,7	35,0	12,5
Limon	4,0	4,0	3,5	7,7	3,5
Sable fin	19,5	15,0	9,5	11,0	9,5
Sable grossier	65,0	49,0	44,5	43,0	60,0
Matière organique %	1,6	0,93			
Humidité %	1,0	3,5	4,0	3,5	1,5

MATIERE ORGANIQUE

Carbone %	0,93	0,31			
Azote %	0,49	0,27			
C/N	19,0	11,5			

REACTION

pH eau	7,3	5,5	5,0	5,0	5,8
pH KCl	6,7	4,4	5,0	5,1	5,2

STRUCTURE

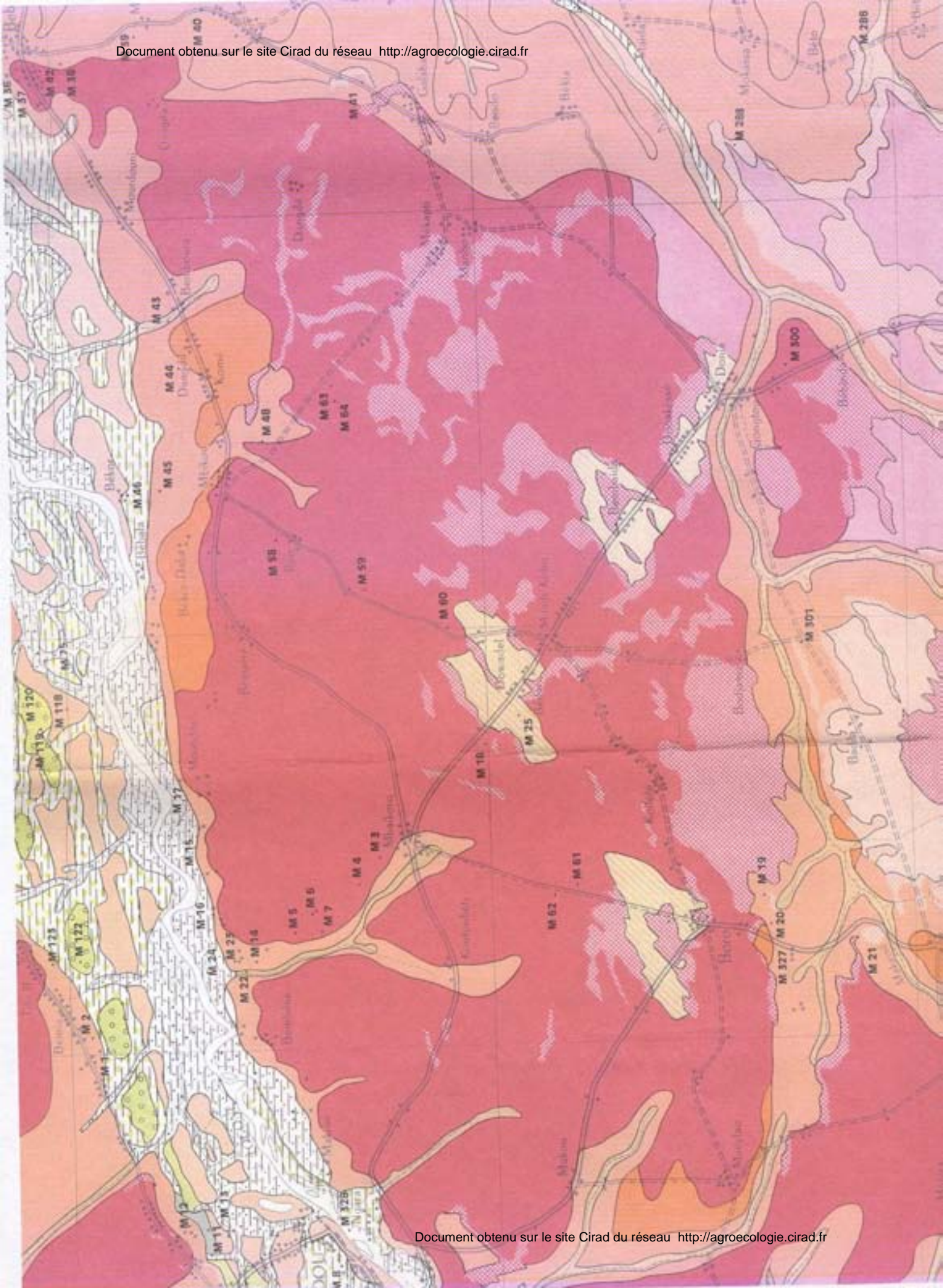
Instabilité IS	0,69	1,55	2,14	3,10	1,70
Perm. K cm/h	0,79	2,08	2,69	2,19	3,02

ANALYSE CHIMIQUE

BASES ECHANGEABLES ME POUR 100 g DE SOL

Ca	3,76	0,90	1,54	2,03	1,16
Mg	0,40	0,20	0,40	0,20	0,20
K	0,13	0,16	0,04	0,16	0,15
Na	0,05	0,08	0,08	0,09	0,09
S	4,34	1,34	2,06	2,48	1,60

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>



carte b : Boubeyre 1985

SOLS FAIBLEMENT FERRALLITIQUES

MODAUX ROUGES

- Sur matériaux sableux à sablo-argileux des Koros.
- tronqués

MODAUX OCRE ROUGES

- Sur matériaux sableux à sablo-argileux des Koros.

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

SOLS LESSIVÉS

A TACHES

- De matériaux sableux et sablo-argileux remaniés des Koros.
- tronqués.
- D'argiles cristallines

HYDROMORPHES A TACHES ET CONCRETIONS DE PSEUDOGLEY.

- De matériaux sableux et sablo-argileux remaniés des Koros.

SOLS PEU LESSIVÉS

A TACHES

- De matériaux sableux

HYDROMORPHES

- Sols beiges à jaunes sur cuirasse.
- Sols gris.

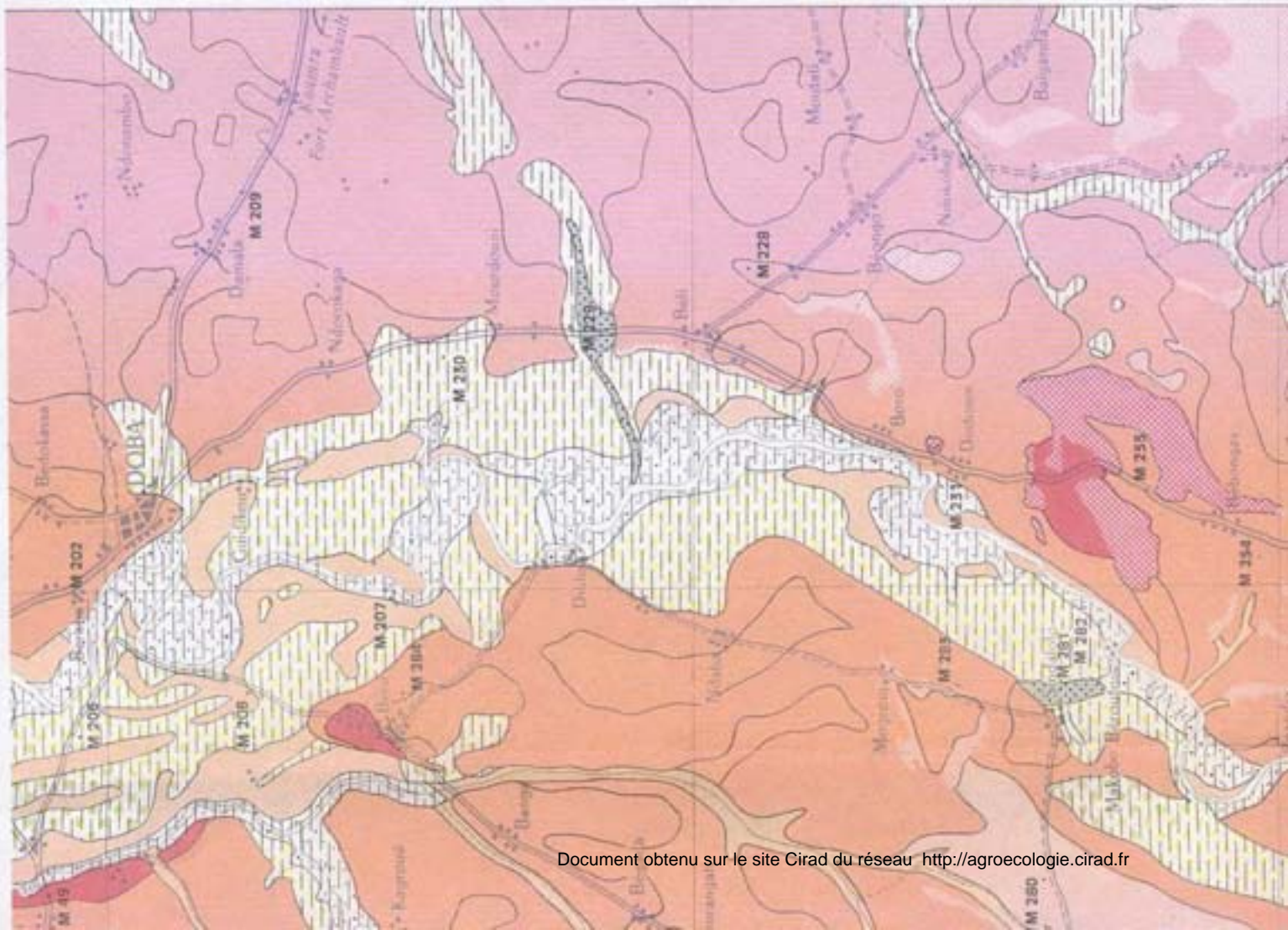
SOLS HYDROMORPHES

SOLS MINÉRAUX

SOLS A PSEUDOGLEY

INTERGRADÉS VERS LES VERTISOLS

- De matériaux argilo-sableux à nodules calcaires.



ANNEXE 4 COMPLEMENTS SUR LE CULTURE DU COTON (G MAGRIN)

L'augmentation de la production au Tchad

La courbe de la production de coton au Tchad au cours des deux derniers tiers du XX^e siècle sert à maints égards de toile de fond à l'argumentation des acteurs du système cotonnier (cf figure 1). Les fluctuations très fortes de la production, capables de varier en deux ou trois ans du simple au double, dans un sens ou dans l'autre (1960-61, 1982-84, 1994-97) peuvent s'expliquer par les aléas de la pluviométrie, par l'évolution du prix d'achat au producteur, qui dépend en partie des cours mondiaux, mais surtout par le contexte politique, dont le caractère précocement troublé fonde la spécificité du Tchad.

On peut partager l'histoire de la production cotonnière au Tchad en trois phases principales. La première correspond à (époque coloniale à partir de l'introduction de la culture du coton (1929-1960). Elle se caractérise d'abord par des niveaux de production très faibles (1.000 tonnes en 1930-31, 10.000 tonnes environ à la fin des années 1930), inversement proportionnels aux impacts économiques et sociaux de la culture forcée. Puis, de la Deuxième Guerre mondiale à la fin des années 1950, l'effort colonial permet de doubler la production pendant la guerre (de 10.000 à 20.000 tonnes), et de la multiplier encore par deux ou trois jusqu'en 1960, par un resserrement de (encadrement, alors que diminue (intensité de la coercition (60 à 80.000 tonnes annuelles à la fin des années 1950). Durant cette période, l'augmentation de la production passe par une extension des superficies cultivées, dans et sur les marges de la zone cotonnière, alors que les rendements demeurent très bas.

La seconde phase couvre les deux premières décennies du Tchad indépendant (de 1960-1980). Au-delà des irrégularités consécutives à l'indépendance"), elles sont

marquées par une relative régularité de la production, qui tend à augmenter, puis stagne néanmoins dans une fourchette comprise entre 100.000 et 150.000 tonnes. Au cours de cette période, les surfaces augmentent à un rythme plus lent : la zone cotonnière se rétracte sur ses marges septentrionales mais la diffusion de la culture attelée permet une augmentation des surfaces au sein du vieux bassin cotonnier. De même, l'utilisation des intrants permet une timide augmentation de la productivité,

agricoles antérieures, en les modifiant L'introduction de la culture cotonnière bouleversa le calendrier agricole, le système de rotation des cultures et d'utilisation de l'espace agricole. Ces changements sont liés principalement aux exigences de la culture du coton, qui demande beaucoup de travail, et requiert un semis précoce puis trois sarclages soigneux pour donner des rendements satisfaisants, et dont la récolte peut nécessiter au moins trois passages par ligne.

Aux rotations anciennes, où le sésame et les pois de terre constituaient souvent des avant-cultures robustes et peu exigeantes en travail sur les terres nouvellement

défrichées, s'est substituée, autour du coton, une nouvelle organisation. Un assolement coton / mil / mil ou coton / mil (répété deux fois) s'est le plus souvent installée. Or, le coton concurrence directement le mil, puisqu'il a exactement le même calendrier agricole que lui, basé notamment sur une activité intense au moment des

premières pluies. Les anciennes avant-cultures, en revanche, toléraient un entretien plus lâche lors de ces moments cruciaux.

Par ailleurs, le développement de la culture du coton s'accompagna du quasiabandon d'un des deux types de champs traditionnels, le mbagodji> qui occupait des superficies restreintes autour du village, mais était l'objet d'une culture semi-intensive quasi-continue, sur des sols entretenus par les apports des déchets et fumiers domestiques. Avec la diffusion de la culture du coton, la force de travail villageoise est conduite à se concentrer sur les kor, champs plus vastes et éloignés du village, utilisés au terme de longues jachères`. Ainsi, dès le départ, l'augmentation des superficies cultivées liée à l'introduction du coton exigea des paysans un surcroît de travail. Dans le terras nuis dans l'espace, le coton concurrence le mil et les autres cultures vivrières

Annexe 4 : Evolution de la production cotonnière en cours des trente dernières années (1970-1999 ; source Cotoni Chad).
 Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>
 Saragani 2001

Campagne	Surface totale (ha)	Surface productivité (ha)	Production (t)	% surface productivité	Rendement (kg/ha)
1970/1971	301 375	40 602	94 684	13	314
1971/1972	301 906	41 957	108 482	14	359
1972/1973	275 576	44 723	104 037	16	378
1973/1974	269 026	54 852	114 394	20	425
1974/1975	272 156	174 976	143 640	64	528
1975/1976	336 492	127 459	174 062	38	517
1976/1977	318 781	131 462	147 384	41	462
1977/1978	283 978	120 360	125 279	42	441
1978/1979	267 300	137 100	136 856	51	512
1979/1980	179 821	100 270	91 297	56	508
1980/1981	166 484	70 940	85 716	43	515
1981/1982	133 899	56 254	71 391	42	533
1982/1983	137 734	75 986	102 118	55	741
1983/1984	175 760	97 606	158 492	56	902
1984/1985	141 937	77 835	98 416	55	693
1985/1986	147 368	94 486	99 460	64	675
1986/1987	124 080	66 750	89 400	54	721
1987/1988	147 730	68 680	127 600	46	864
1988/1989	199 410	87 610	137 458	44	689
1989/1990	184 694	116 187	150 886	63	817
1990/1991	206 470	148 125	159 000	72	770
1991/1992	283 410	165 700	174 382	58	615
1992/1993	199 447	118 986	124 500	60	624
1993/1994	158 400	93 900	97 200	59	614
1994/1995	196 400	139 110	141 195	71	719
1995/1996	209 729	142 810	157 476	68	751
1996/1997	269 239	187 143	213 044	70	791
1997/1998	342 982	240 088	261 412	70	762
1998/1999	304 778	193 480	161 404	63	530
1999/2000	310 380	206 056	184 990	66	596

ANNEXE 5: TABLEAU DES CARACTERISTIQUES DES 9 ZONES DU SUD DU TCHAD CF. FIGURE 9B

ANNEXE 5: TABLEAU DES CARACTERISTIQUES DES 9 ZONES DU SUD DU TCHAD Cf. FIGURE 9B

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Tableau 2. Caractéristiques des neuf zones (voir aussi figure 1 pour leur localisation)

	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5	ZONE 6	ZONE 7	ZONE 8	ZONE 9
Population (hab/km²)	30-60	60	100	< 15	30-60	< 15	30-60	15-35	< 15
Flux migratoire	départs saisonniers	départs saisonniers	zone de départ	zone d'accueil	nouveau pôle d'attraction	transfert de transhumants	zone d'accueil	départs saisonniers	zone d'accueil
Pression foncière	moyenne à forte, réserves	moyenne, zone en voie de saturation	forte, zone saturée	faible, front pionnier	moyenne à forte	faible	moyenne à faible plus au sud	moyenne, zone montagneuse	faible, front pionnier
Élevage	élevage sédentaire très développé	tradition d'accueil de transhumants	élevage transhumant peu présent	présence progressive de transhumants	présence d'éleveurs sédentaires	zone de passage de transhumants avec conflits forts	présence d'éleveurs sédentaires	peu développé	zone de sédentarisation actuelle
Système	coton-céréales	coton-céréales, bléré-béré en terre argileuse	céréales-coton, développement du riz en bas fond	céréales-coton	coton-céréales	céréales-coton	coton arachide tubercules	céréales tabac culture	arachide coton
jachère	courte à moyenne	courte à moyenne	rare, courte	moyenne à longue	courte à moyenne	moyenne à longue	moyenne à longue	moyenne à longue	moyenne à longue
Coton	en développement	nouveau bassin	vieux bassin	en développement	en développement	marginal	en développement	faible développement	en développement
Problématique	pression de la savane pastorale, érosion, conservation des réserves	migration agriculture-élevage, gestion de la fertilité, érosion, amélioration des systèmes de culture de contre-saison	gestion de la fertilité, gestion de l'eau, érosion, association arbres-agriculture, amélioration de la jachère morte	déclinement raiwanisé, migration agriculture-élevage, gestion de l'implantation des migrants	intégration agriculture-élevage, gestion de la fertilité, diversification des cultures, développement de la production péri-urbaine	intégration agriculture-élevage, gestion des conflits	gestion de la fertilité, intégration agriculture-élevage	érosion	pression de la fertilité, intégration agriculture-élevage, gestion des parcours et pâturages

ANNEXE 6: EXTRAIT DE WERTZ (1976)

ANNEXE 6: EXTRAIT DE WERTZ (1976)

COUVERTURE D' ANDROPOGON GAYANUS

Note sur les Jachères

1) La jachère naturelle est à proscrire dans tous les cas (exception faite pour la jachère de très longue durée qui n'est pas concevable dans le cadre d'une agriculture intensive)

Z) La jachère artificielle peut se justifier dans deux cas, sous réserve qu'on la protège contre les feux

a - dans la zone à sorgho comme moyen de lutte contre la striga,

b - dans la zone à ignames parce que c'est la méthode la plus satisfaisante (bien qu'elle ne solutionne pas entièrement le problème) pour parvenir à la sédentarisation de cette culture.

3) Pour réaliser cette jachère artificielle, nous avons retenu *Andropogon Gayanus*

Avantages d'*Andropogon Gayanus*

Utilisation en jachère artificielle

- facilité d'installation dans la dernière culture de maïs ou de sorgho de la rotation (4^e année)

- développement rapide (supplante rapidement les autres espèces d'où facilité d'entretien)

- résistance aux feux (espèce pyrophile s'accommodant bien du passage du feu)

- facilité de remise en culture (sous réserve d'un semis dense pour éviter la formation de touffes)

- facilité d'approvisionnement en semences (abondance des peuplements naturels)

Intérêt de la jachère à *andropogon*

- efficacité régénératrice assez faible des jachères naturelles de courte durée

- par contre, efficacité nette en ce qui concerne les caractéristiques physiques des sols

- sous réserve d'être semée en lignes continues perpendiculaires à la pente (démarrage rapide après les feux, d'où une opposition efficace à l'agressivité des premières pluies)

à condition d'être semée à forte densité, les sols sont améliorés par l'appareil racinaire (et cela après une jachère relativement brève, 3 ans) mais elle est peu durable (guère au-delà de la 2^e année de culture)

- efficacité nettoyante de la jachère grâce à son développement rapide et à la couverture totale qu'elle assure, ce qui est très important en agriculture itinérante
- sous réserve de ne pas exploiter la jachère à andropogon en cours d'hivernage, une jachère artificielle de 3 ans joue un rôle nettoyant important et laisse le sol au moins aussi propre qu'une jachère traditionnelle de longue durée. (Note : si l'efficacité sur *imperata* s'est avérée faible, il semble par contre qu'*Andropogon* bien mis en place est susceptible de bloquer la multiplication du *Striga*)
- dans la lutte contre les nématodes, le recours à la jachère naturelle ayant fait ses preuves et celle-ci étant constitué finalement en grande partie par andropogon, cette espèce en l'absence de toute étude bénéficie d'un préjugé favorable
- par contre, l'utilisation fourragère de l'andropogon n'est pas intéressante.

Après 3 ans, une jachère non fertilisée ne joue plus que très imparfaitement son rôle nettoyant et, comme son action sur la structure des sols est fugace au point de vue purement agronomique, il semble que la meilleure solution serait d'intercaler une jachère de durée brève (3 ans) entre des périodes de culture relativement courte, 3 à 5 ans (3 à 5 cultures).

1. PREPARATION DL SOL

Néant.

2. SEMIS

. la mise en place se fait dans le nais ou le sorgho avant 12 récolte (en fait après la floraison)

. il est indispensable de faire un sens dense et des lignes continues. Dans la pratique, les meilleurs résultats sont obtenus en semant à 0,40 m entre les lignes, ce qui correspond à 2 lignes d'andropogon pour chaque interligne de maïs

. quantités de semences nécessaires : 15 à 20 kg/ha

3. ENTRETIEN

Néant.

Dans les conditions actuelles, la protection contre les feux étant très difficile à assurer, il semble préférable d'incinérer la jachère aussi précocement que possible, afin de limiter les inconvénients de ce procédé.

FERTILISATION

Néant.

5_-TRAI TEMENTS_PHYTOSANITAIRES

Néant

6-ENFOUISSEMENT ET REMISE EN CULTURE

Si la rotation débute par l'igname, le labour doit être effectué en Fin de cycle, par contre, pour l'arachide (ou le maïs) il y a 2 possibilités : labour de fin de cycle ou labour de début d'hivernage ; dans la 1ère, on incorpore au sol une masse importante de matière organique (mais il faut disposer de moyens adéquats) ; par contre, l'action nettoyante est partiellement anéantie du fait de la multiplication des mauvaises herbes à partir des graines apportées par les eaux de ruissellement ou par le vent.

ANNEXE 7 TERMES DE REFERENCE DE LA MISSION

Agro-écologie dans la zone soudanienne du Tchad Mission de sensibilisation des partenaires et d'identification d'actions à court et moyen terme

Termes de référence

1. Contexte de la mission

Dans le secteur rural, le Tchad a organisé, en juin 1999, sa Consultation Sectorielle qui a mobilisé les 3 Départements en charge du secteur (Agriculture, Elevage, Environnement et Eau). Une partie importante de la communauté des bailleurs reconnaît depuis la CSDR comme cadre de référence pour les actions à mener dans le secteur. Des missions multibailleurs (MAE, AFD, BM, BAD, PNUD, FAO, GTZ-KfW) ont eu lieu en mars 2000 et février 2001 pour identifier avec la partie tchadienne le plan d'intervention pour le développement rural (PIDR) qui prévoit 2 programmes : (i) développement local (prise en charge d'actions de développement par les communautés rurales) ; (ii) renforcement des OPA et des services au secteur rural (dont l'appui à la recherche agronomique).

La zone soudanienne du Tchad représente la principale zone agricole du pays. C'est un important bassin cotonnier mais elle produit également tubercules et céréales. Bien que la majorité du cheptel tchadien soit localisé dans le Nord du pays, l'élevage constitue également un élément important de cette zone (utilisation agricole des bœufs de trait et accueil des éleveurs transhumants).

La productivité de la zone reste toutefois assez faible. Son potentiel théorique connaît de plus des limites, notamment en raison d'une croissance démographique importante, "naturelle" mais aussi résultant de la descente des populations et troupeaux des zones septentrionales. Ce phénomène induit une forte pression foncière, le raccourcissement des temps de jachère et une baisse importante de la fertilité. La baisse de la pluviométrie au cours des dernières décennies fragilise les systèmes et augmente le risque des producteurs, en particulier au moment de la mise en place des cultures. Le capital productif de la zone se dégrade rapidement et la reproductibilité des systèmes n'est plus assurée. L'enjeu majeur de la zone est donc d'améliorer la compétitivité des cultures de la zone en accompagnant l'évolution des systèmes de production existants vers une plus grande sécurisation. Dans cette optique, le lancement d'un programme d'agroécologie (semis direct, utilisation des plantes de couverture, rotation...) pourrait constituer une alternative intéressante aux systèmes actuellement pratiqués.

Jusqu'alors, bien qu'aucun programme d'envergure n'ait été lancé en terme d'agroécologie, il existe dans la zone un certain nombre d'activités entreprises visant à un maintien ou une restauration de la fertilité. Parmi celles-ci on peut noter, par ordre d'importance décroissant :

- Les travaux engagés depuis plusieurs années à la station de Bebedja de l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD), notamment en matière de gestion des jachères, de leur amélioration qualitative, et de plantes de couverture. Des actions de diffusion ont été entamées à petite échelle afin de valider l'adhésion des paysans à ces nouvelles approches.

- Les travaux effectués dans le cadre du Projet d'Appui aux Structures Rurales (PASR sur financement AFD) et menés par l'AFDI. Ils concernent le maintien et la régénération des sols dans les zones de Doba et Donia (réintroduction de l'arbre, travail sur l'assolement, implantation de haies vives et de bandes enherbées...).
- Le PRASAC (Pôle Régional de Recherche Appliquée au Développement des Savanes d'Afrique Centrale) a, dans le cadre de l'une de ses composantes, travaillé sur les systèmes de cultures. Il n'a toutefois pas engagé au Tchad d'actions innovantes, se limitant essentiellement à un diagnostic des pratiques et des contraintes.

Si, au Tchad, le terrain n'est donc pas totalement vierge sur le sujet concerné (il conviendrait également d'appréhender les actions entamées par l'aide allemande), on notera le manque de relations fonctionnelles entre les différentes actions, de coordination et de pilotage concertée. En outre, les dispositifs de développement sont insuffisamment impliqués.

Il convient enfin de mentionner également au niveau de la sous-région l'existence du DPGT (Cameroun) qui développe des programmes importants sur cette thématique.

2. Objet de la mission

L'expérience montre que la sensibilisation aux problèmes de perte de fertilité des sols nécessite d'être démontrée dans les champs des paysans qui sont un support plus convainquant que de simples rapports. Un exposé ou conférence prend ensuite une dimension plus démonstrative, fondée sur une réalité tangible.

Dans ce contexte, la présente mission devra répondre aux objectifs suivants :

- Améliorer le niveau de connaissance des décideurs et acteurs tchadiens sur les enjeux de préservation du "capital sol". Faire connaître les solutions techniques novatrices existantes, leurs avantages et les contraintes à lever en vue de leur adoption Cet objectif sera atteint au travers de visites aux champs, support de formation pour les partenaires, l'animation d'ateliers de réflexion et par l'organisation d'une conférence à laquelle il est prévu que prennent part des responsables de haut niveau.
- Faire le point sur les travaux engagés au niveau du Tchad, leurs points forts et leurs faiblesses en terme technique mais aussi méthodologique. Identifier les partenaires potentiellement mobilisables pour mener des actions coordonnées en matière d'agroécologie. Proposer une méthodologie d'intervention et un contenu technique à court terme.
- En dernier objectif, la mission devra formuler une proposition technique et financière pour un programme de recherche développement (expérimentation et diffusion) de moyen terme dans une optique de discussion avec la partie tchadienne dans le cadre de la mise en œuvre du Plan d'Intervention pour le Développement Rural. La liaison des partenaires tchadiens avec un réseau de compétences régional sur l'agroécologie sera un élément essentiel afin de bénéficier des expériences déjà accumulés dans d'autres pays (nord Cameroun et Madagascar notamment).

3. Résultats attendus

Les résultats attendus concernent :

- Un bilan des actions entreprises et des propositions visant à les améliorer ;
- L'identification des acteurs susceptibles de s'engager dans un programme de Recherche-Développement ;
- Des propositions d'actions à court terme capitalisant les travaux menés au Tchad, mais aussi dans la sous-région ;
- Une proposition technique et financière pour un programme de moyen terme. Cette proposition devra en particulier traiter des aspects suivants : Choix des zones d'intervention ; orientations des programmes ; acteurs impliqués et montage institutionnel ; calendrier d'exécution et budget indicatif.
- Les modalités de liaison de ce programme avec un réseau de compétence sur l'agroécologie (projet nord Cameroun, Madagascar)..

L'ensemble des résultats attendus sera présenté dans un rapport de mission.

4. Modalités pratiques

La mission sera réalisée en deux temps :

- Une sensibilisation des partenaires (paysans, recherche, administration, projets) sur le terrain par des visites de champs (démonstration aux champs du fonctionnement d'un sol, de la relation sol-plante, de l'érosion, de la fertilité) qui seront synthétisée par une ou deux journée de formation dans un séminaire.
- La préparation d'un programme d'action sur le transfert et l'adaptation des techniques agroécologiques.

Cette mission sera effectuée par deux experts :

- l'un sera plus particulièrement chargé de la première partie et travaillera en collaboration étroite avec les acteurs possédant déjà une expérience sur la thématique abordée (station de Bebedja, PASR...). Des visites de champs et de stations seront organisées avec l'objectif de faire toucher du doigt, par les différents acteurs, la notion de « capital sol » et l'importance de sa préservation.
- le second sera chargé du montage du programme

Compte tenu de l'expérience du programme GEC (gestion des écosystèmes cultivés) du CIRAD CA, de son implication dans le programme français sur l'agroécologie, la responsabilité de cette mission sera confiée à l'équipe du GEC.

La durée de la mission serait d'environ 3 semaines. Le second expert interviendra sur la totalité de la durée, le premier n'étant présent qu'à temps partiel (environ 1 semaine).

La mission rencontrera l'ensemble des acteurs impliqués dans la thématique traitée, ou susceptibles de l'être. Une partie du temps sera consacré à un déplacement dans la zone soudanienne.

En fin de mission, une séance de travail sera organisée afin de discuter les propositions et obtenir un consensus sur les grandes lignes du programme.

Dans les 15 jours suivant la fin de son séjour au Tchad, la mission soumettra au Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) un rapport provisoire qui sera discuté localement. Le rapport définitif, transmis en 20 exemplaires et sur support informatique devra être transmis au plus tard 2 semaines après les remarques formulées par le SCAC.

SUIVI/EVALUATION
 Les valeurs des indicateurs relevées sur les parcelles « SCV » seront systématiquement comparées avec les valeurs de ces mêmes indicateurs sur les parcelles « conventionnelle » en milieu paysan ou en milieu contrôlé.

Diffusion des systèmes Relation entre acteurs

	Hiérarchisation			Echelle		Pas de temps			Unité	Outils	Méthodes
	Indispensable	Désirable	Optionnel	Milieu paysan	Milieu contrôlé	Année 1	Année 2-3	Année 4-5 ou +			
- % de paysans touchés par village, commune,...	X			X			X	X	- % d'agriculteurs	- Enquêtes	- Dénombrement des agriculteurs directement touchés par le projet et de ceux qui adoptent spontanément les innovations.
- % des paysans touchés dans chaque catégorie (typologie)	X			X			X	X	- % d'agriculteurs	- Enquêtes	- Comparaison avec les typologies existantes (bibliographie), utilisation d'enquêtes existant et mise au point d'une typologie spécifique basée sur l'intégration des SCV aux stratégies des agriculteurs.
- % d'exploitations ayant abandonné le SD	X			X			X	X	- % d'agriculteurs	- Enquêtes	- Dénombrement des agriculteurs ayant abandonné le semis direct. Classification en fonction du nombre d'année de pratique et des raisons d'abandon.
- % de l'assolement du village en SD		X		X			X	X	- % de surface	- Enquêtes - Observations	- Enquêtes auprès des agriculteurs sur leur surface en semis direct ou éventuellement quantification par photo aérienne si les surfaces deviennent importantes (coûteux).
- Contrat formel ou informel avec la recherche	X			X			X	X	- Nombre de contrats	- Enquêtes	- Relevée auprès des organismes de recherche et des OP du nombre et de la nature des contrats et demandes informelles.
- Influence des canaux de diffusion	X			X			X	X	- Nb d'agriculteurs touchés par média - Nb de source d'information par agriculteur	- Enquête	- Enquête qualitative auprès d'un échantillon restreint d'agriculteurs sur l'impact relatif des médias, vulgarisateurs, et relations informelles dans l'adoption des SCV.
- Modalités d'appui par les privés	X			X			X	X	- Nb de « vulgarisateurs » privés - Nb de formations organisées par les privés - ...	- Enquête	- Enquête quantitative et qualitative auprès des acteurs privés impliqués (firmes d'intrants, constructeurs de matériels,...) pour caractériser leurs interventions en matière de vulgarisation de techniques liées au SCV.
- Augmentation de vente d'intrant, de matériels de SD, ...	X			X			X	X	- Kg ou l d'intrant - Unités de matériels	- Enquêtes	- Enquête auprès des commerçants et des artisans des zones concernées

- Nombre de formation reçue et donnée par les vulgarisateurs	X			X			X	X	- Nombre d'agriculteurs, techniciens, ...	- Enquêtes	- Le nombre de participant est noté par les techniciens ou ingénieurs dirigeant les visites de formation et de découverte. Compte rendu systématique
- Nombre de visite par les vulgarisateurs et fréquence	X			X			X	X	- Nombre de visite par unité de temps	- Enquêtes * - Observations	- Le calendrier d'activités des vulgarisateurs nous donne l'intensité de l'encadrement pour chaque agriculteur ou groupe d'agriculteur.
- Nombre de paysans qui visitent les parcelles expérimentales	X			X		X	X	X	- Nombre de paysans	- Enquêtes - Observations	- Les responsables de sites notent le nombre de visite d'agriculteurs.
- Feed back sur les activités de recherche	X			X		X	X	X	- Qualitatif	- Enquêtes	-
- Nombre d'organisations paysannes impliquées	X			X			X	X	- Nombre d'organisation paysanne	- Enquêtes	- Dénombrement des organisations.
- Apparition de nouveaux marchés, diversification	X			X			X	X	- Qualitatif	- Enquêtes	- Enquête auprès des commerçants, grossistes, agriculteurs et éleveurs dans les zones concernées.

Système agraire

	Hiérarchisation			Echelle		Pas de temps			Unité	Outils	Méthodes
	Indispensable	Désirable	Optionnel	Milieu paysan	Milieu contrôlé	Année 1	Année 2-3	Année 4-5 ou +			
- Analyse de la situation de départ-Typologie	X			X		X			- Qualitatifs	- Enquêtes	- Enquêtes sur échantillonnage raisonné
- Modification de l'assolement, surface en SCV	X			X			X	X	- Nb de parcelles - Surf des parcelles	- Enquêtes - Mesures - Observation	- Enquête et observation dans les villages collaborant avec le projet
- Surface embocagée		X		X				X	- Nb de parcelles - Surf des parcelles - Longueur de haies	- Enquêtes - Mesures	
- Evolution des surfaces en brûlis		X		X			X	X	- Nb de parcelles - Surf des parcelles	- Enquêtes - Mesures	
- Nombre de paysans pratiquant les SCV	X			X			X	X	- Nombre d'agriculteurs	- Enquêtes	- Dénombrement par l'équipe du projet - Enquêtes systématique ou sur échantillonnage.
- Nb de bovins (UBT) évolution		X		X		X	X	X	- Nombre de bovins	- Enquêtes - Comptages	- Enquête et comptage systématique ou sur des échantillons raisonnés.
- Production de biomasse		X		X			X	X	- Tonnes	- Calculs	- L'agrégation des mesures obtenues à l'échelle des parcelles donne la biomasse totale produite à l'échelle du village. Elle est comparée avec la charge en bétail.
- Evolution des rendements	X			X			X	X	- Tonnes/ha	- Enquêtes - Observations	- Le suivi de parcelles de référence ou l'agrégation de données obtenue auprès des partenaires (e.g. compagnie cotonnière) permet d'obtenir l'évolution du rendement en fonction du temps.
- Nouvelles règles de gestion du terroir	X			X			X	X	- Qualitatif	- Enquêtes	- A l'échelle des villages et terroirs où le projet intervient.
- Conflit entre groupe d'influence, agriculteur/éleveur		X		X			X	X	- Qualitatifs	- Enquêtes	- Dans les villages dans lesquels elle intervient l'équipe peut mettre en évidence des changements dans la gestion du terroir et des troupeaux
- Impact des SCV sur l'érosion, entretien des pistes et routes, coût.			X	X			X	X	- Monétaire	- Enquêtes - Calculs	- Estimation des économies en terme d'entretien des pistes dû à la limitation de l'érosion par le semis direct. Réduction de la fréquence et du coût des entretiens.

Systeme de production

	Hiérarchisation			Echelle		Pas de temps			Unité	Outils	Méthodes
	Indispensable	Désirable	Optionnel	Milieu paysan	Milieu contrôlé	Année 1	Année 2-3	Année 4-5 ou +			
- Production de biomasse			X	X			X	X	- Tonnes	- Calculs	- Les mesures sont obtenues à l'échelle des parcelles et sont agrégées pour donner la biomasse totale produite à l'échelle de l'exploitation.
- Valeur ajoutée des SC et SE, variation du revenu agricole-durabilité	X			X		X	X	X	- Monétaire	- Calculs	- Les valeurs sont recueillies à l'échelle de la parcelle et agrégées dans de petits modèles simplifiés (tableur).
- Modification de l'assolement	X			X			X	X	- Nombre de parcelles - Surface des parcelles	- Observations - Enquêtes - Mesures	- Enquête auprès des agriculteurs collaborant avec le projet et éventuellement enquête approfondie auprès d'un échantillon d'agriculteurs en fonction de la typologie.
- Modif du calendrier de travail, répartition homme/femme	X			X		X	X		- Homme(femme)/jours	- Enquêtes	
- Autosuffisance alimentaire	X			X		X	X	X	- Equivalent Kg céréales/bouches à nourrir	- Calculs - Enquêtes	
- Equipement agricole	X			X			X	X	Nombre et type d'équipement agricole SD	- Enquêtes	
- Estimation du risque		X		X		X	X	X	- Qualitatif	- Enquêtes	
- Niveau de formation - technicité		X		X		X	X	X	- Qualitatif	- Enquêtes	

Systeme de culture

	Hiérarchisation			Echelle		Pas de temps			Unité	Outils	Méthodes
	Indispensable	Désirable	Optionnel	Milieu paysan	Milieu contrôlé	Année 1	Année 2-3	Année 4-5 ou +			
- Modification des rotations	X			X		X	X	X	- Qualitatif	- Observations - Enquêtes - Mesures	- Enquête approfondie auprès d'un échantillon d'agriculteurs en fonction de la typologie
- Calage du cycle de culture	X			X	X	X	X		- Nombre de jours	- Observations - Enquêtes	- Enquête approfondie auprès d'un échantillon d'agriculteurs - Des enquêtes complémentaires peuvent être menées : Relation avec les premières pluies. - Des comparaisons de différentes dates de semis et de plante de couverture seront menées en station.
- Production de biomasse	X			X	X	X	X		- Tonnes	- Calculs	- Les mesures sont obtenues à l'échelle des parcelles et sont agrégées - Des enquêtes ou mesures complémentaires peuvent être menées
- Productivité de la terre	X			X	X	X	X	X	- F/ha	- Calculs	- Les productivités de chaque culture en rotation et en association sont agrégées pour obtenir la productivité des systèmes de culture.
- Productivité du travail	X			X	X	X	X	X	- F/jours de travail	- Calculs	
- Enherbement	X			X		X	X	X	- Qualitatif et/ou Indice de couverture ^o	- Observations	- <i>Les mesures sont obtenues à l'échelle des parcelles</i> - Des enquêtes ou mesures complémentaires sont menées pour évaluer l'impact spécifique de la succession.
- Prédateurs	X			X		X	X	X	- Qualitatif et/ou Indice d'attaque	- Observations	- <i>Les mesures sont obtenues à l'échelle des parcelles et agrégées à l'échelle du système de culture</i>
- Maladies	X			X		X	X	X	- Qualitatif et/ou Indice d'attaque	- Observations	- Des enquêtes ou mesures complémentaires sont menées pour évaluer l'impact spécifique de la succession.
- Fertilité	X			X	X	X	X	X	- CEC, pH, mo, C/N, P, K, Ca, Mg	- Mesures	
- Structure du sol, compactage	X			X	X	X	X		- Densité	- Mesures	
- Activité biologique du sol	X			X	X		X	X	- Indice d'activité biologique	- Observations - Mesures	
- Flux hydrique	X			X	X	X	X		- Infiltration (mm/heure) - Réserve en eau (mm) - Ruissell (M3/h)- ...	- Mesures	

Parcelle

	Hiérarchisation			Echelle		Pas de temps			Unité	Outils	Méthodes
	Indispensable	Désirable	Optionnel	Milieu paysan	Milieu contrôlé	Année 1	Année 2-3	Année 4-5 ou +			
- Production de biomasse	X				X	X	X		- Tonnes	- Mesures	- Les valeurs sont mesurée à différent stade de la succession sur des placettes puis sont extrapolées à la parcelle.
- Productivité de la terre	X			X	X	X	X		- FCFA/ha	- Calculs	- Les rendements et coûts de production chez les agriculteurs sont mis en relation pour donner la productivité de la terre.
- Productivité du travail	X			X	X	X	X		- FCFA/ha	- Calculs	- Les rendements et temps de travaux chez les agriculteurs sont mis en relation pour donner la productivité du travail.
- Enherbement	X			X	X	X	X	X	- Qualitatif et/ou indice de couverture	- Observations	- L'intensité de la couverture du sol est évaluée suivant une grille commune et les adventices dominantes sont notées. - Relevés des plantes indicatrices de l'évolution de la fertilité, compactation,...
- Prédateurs	X			X		X	X	X	- Qualitatif et/ou indice d'attaque	- Observations	- L'intensité de l'attaque est évaluée suivant une grille commune et les prédateurs dominants sont notés.
- Maladies	X			X		X	X	X	- Qualitatif et/ou indice d'attaque	- Observations	- L'intensité de l'attaque est évaluée suivant une grille commune et les maladies dominantes sont notées.
- Fertilité	X			X			X		CEC, pH, mo, C/N, P, K, Ca, Mg	- Mesures	- Analyse de sol à différent niveau du profil.
- Structure du sol, compactage	X			X		X	X		- Densité	- Mesures	- Les valeurs de densité, de pénétrométrie seront éventuellement complétées par une analyse plus fine de l'espace poral.
- Pertes en terre	X				X	X	X		- Tonnes	- Mesures - Calculs	- En aval des dispositifs en milieu contrôlé, les pertes en terres des différents systèmes mis en comparaison sont mesurés après chaque pluies. Ce dispositif à un plus un rôle de démonstration que de précision des mesures.
- Séquestration du carbone		X			X	X	X		- Tonnes de CO2 fixée	- Mesures - Calculs	- Les concentration en carbone d'échantillon de mulch, de sol et de plante sont extrapolées à l'échelle de la parcelle. Utilisation de méthodologie à mettre au point avec le volet 4 du PTA.
- Activité biologique du sol	X			X	X	X	X	X	- Info qualitatives et/ou Kg de µfaune et µflore / Tonne de sol - Unité	- Observations - Mesures	- Les indices d'activités biologiques peuvent être déduit des comptages de la flore et de la faune ou par des indicateurs spécifiques (activités enzymatiques). - La présence de certains invertébrés, bactéries, champignons indicateurs peut être recherchée plus spécifiquement.

- Flux hydrique	X			X	X	X	X		- <i>Infiltration</i> (mm/heure) - <i>Réserve en eau</i> (mm) - <i>Ruissellement</i> (M3/h) - ...	- Mesures	- En fonction des moyens et des objectifs les mesures peuvent être simples (infiltration par la méthode beer can) ou plus élaborés (case lysimétrique).
-----------------	---	--	--	---	---	---	---	--	---	-----------	---

Plante

	Hiérarchisation			Echelle		Pas de temps			Unité	Outils	Méthodes
	Indispensable	Désirable	Optionnel	Milieu paysan	Milieu contrôlé	Année 1	Année 2-3	Année 4-5 ou +			
- Composantes du rendement		X		X	X	X	X		- Variable suivant les plantes	- Observations - Mesures	- Les composantes du rendement des différentes cultures seront déterminées à l'échelle de placettes, aussi bien en station qu'en parcelle paysanne.
- Enracinement		X		X	X	X	X		- Profondeur et densité d'enracinement	- Observations - Mesures	- Les variables d'enracinement des différentes cultures sont déterminées à l'échelle de placettes, aussi bien en station qu'en parcelle paysanne
- Biomasse totale		X		X	X	X	X		- Kg	- Mesures	- Les biomasses totales des cultures et plantes de couvertures sont évaluées à l'échelle de placettes, aussi bien en station qu'en parcelle paysanne.

Systeme d'élevage

	Hiérarchisation			Echelle		Pas de temps			Unité	Outils	Méthodes
	Indispensable	Désirable	Optionnel	Milieu paysan	Milieu contrôlé	Année 1	Année 2-3	Année 4-5 ou +			
- Clôture des cultures et pâturage	X			X		X	X	X	- Surface clôturée - Nombre de parcelle clôturée - Mètre linéaire de clôture	- Enquête - Observation	- Ces différents indicateurs peuvent être obtenus dans certains villages étudiés plus en détail (ceux où le projet intervient directement par exemple). - Les indicateurs concernant les caractéristiques d'un troupeau ou d'une bête peuvent être obtenus chez un échantillon d'éleveur de ces villages (choix basé sur la typologie).
- Gardiennage / divagation	X			X		X	X	X	- % du troupeau divagant	- Enquête - Observation	
- Accord-loi de gestion des déplacements des troupeaux	X			X		X	X	X	- Qualitatif	- Enquête	
- Transport fourrage	X			X		X	X	X	- Quantité de fourrage	- Enquête	
- Nombre d'étable	X			X		X	X	X	- Nb	- Enquête	
- Effectifs par espèce	X			X		X		X	- Nb	- Enquête	
- Charge globale	X			X		X		X	- Nb tête/Surface	- Enquête	
- SFU/SAU	X			X		X		X	- Surface	- Enquête - Observation	
- Paramètres organiques Fec. Mort. Naiss	X			X				X	- Nb	- Enquête - Observation	
- Taux d'exploitation	X			X				X	%	- Enquête - Observation	
- % femelles		X		X			X	X	%	- Enquête - Observation	
- Gain moyen quotidien			X		X		X	X	- d poids/unité de temps	- Enquête - Observation	
- prod. Lait individuelle			X		X		X	X	- l/année	- Enquête - Observation	



Problèmes de dégradation de la fertilité

Le striga est partout perçu comme un indicateur de faible fertilité mais il pénalise aussi les cultures de céréale sur sol fertile. On peut utiliser des modes de gestion des sols et des cultures permettant d'éviter la dégradation de la fertilité lors de la défriche de nouveaux terrains et l'amélioration des terrains dégradés et luttant contre les dégâts du striga.

Sol compact sans structure, sans porosité. Jointe à des faibles teneurs en matières organique, la pauvreté chimique de ces sols entraîne des évolutions défavorable lors de mise en culture sans précaution.





Des pistes de solution suivies actuellement: ici plantation d'*Acacia nilotica* avec l'AFDI pour la mise en place de barrières empêchant la divagation du bétail dans la région de Doba

Le diagnostic pour la compréhension du fonctionnement de la culture se fait beaucoup trop souvent sur la partie aérienne sans tenir compte de l'enracinement. Les techniciens creusent un trou pour apprécier l'enracinement du mil dans la région de Pala



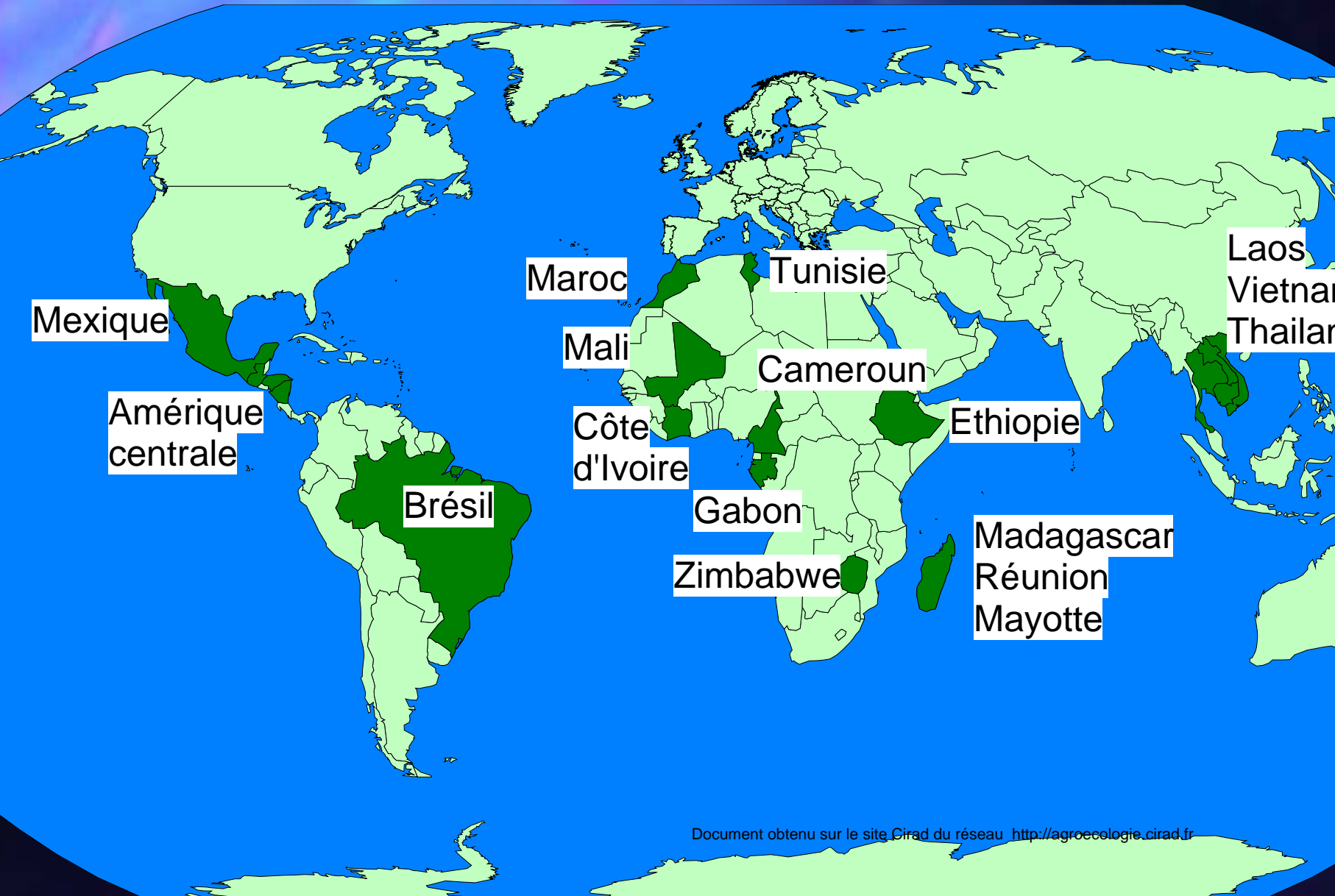
L'indispensable concertation entre les acteurs. Ici réunion entre producteurs, techniciens et chercheurs à Goigamala dans la région de Pala

Semis direct dans un couvert végétal (Cirad)

Présentation N'Djamena
29/11/2001

Les expériences du CIRAD sur le semis direct dans un couvert végétal

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>



L'agroécologie: une définition

- L'agroécologie est une notion qui recouvre des compréhensions et des pratiques soucieuses d'économie des ressources en eau et en sol par l'activité agricole en général tout en s'inspirant des systèmes d'équilibres naturels entre les couverts végétaux, les sols, les facteurs climatiques et les activités biologiques qui les relient.
- L'agroécologie n'est pas l'agriculture biologique au sens où elle n'exclut pas le recours à des intrants chimiques appliqués à des doses contrôlées et où elle suggère différentes voies pour s'en désengager

Les contraintes de la petite agriculture tropicale (1)

Fertilité faible et fragile:

- Érosion mécanique
- Lixiviation,
- Dégradation physique (déstructuration, compactation prise en masse)
- Minéralisation rapide de la matière organique

Les contraintes de la petite agriculture tropicale (2)

Risques climatiques

- Répartition erratique des pluies
- Fortes intensités pluviométriques
- Excès momentanés d'eau
- Fortes évaporations

Les contraintes de la petite agriculture tropicale (3)

Contraintes agrotechniques et de protection des cultures

- Envahissement par les adventices
- Maladies et ravageurs
- Manque d'équipement et travail du sol inadéquat

Les contraintes de la petite agriculture tropicale (4)

Problèmes d'optimisation du travail

- Temps de travaux
- Faible productivité
- Pénibilité
- Faible flexibilité

Les contraintes de la petite agriculture tropicale (5)

Conditions économiques défavorables

- Absence de trésorerie
- Indisponibilité en intrants
- Circuits économiques
- Dépendance par rapport aux marchés
- Absence de crédit
- Problèmes fonciers







Les avantages du travail du sol

Avantages à court terme du travail du sol dont le labour

- ameublir et aérer le sol
- enfouir engrais et amendements
- préparer le lit de semences
- lutter contre les adventices
- enfouir les résidus de récolte

Inconvénients du travail du sol

- Érosion
- Dégradation progressive de la fertilité
- Temps de travaux et/ou pénibilité
- Contraintes de calendrier
- Consommation d'énergie

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

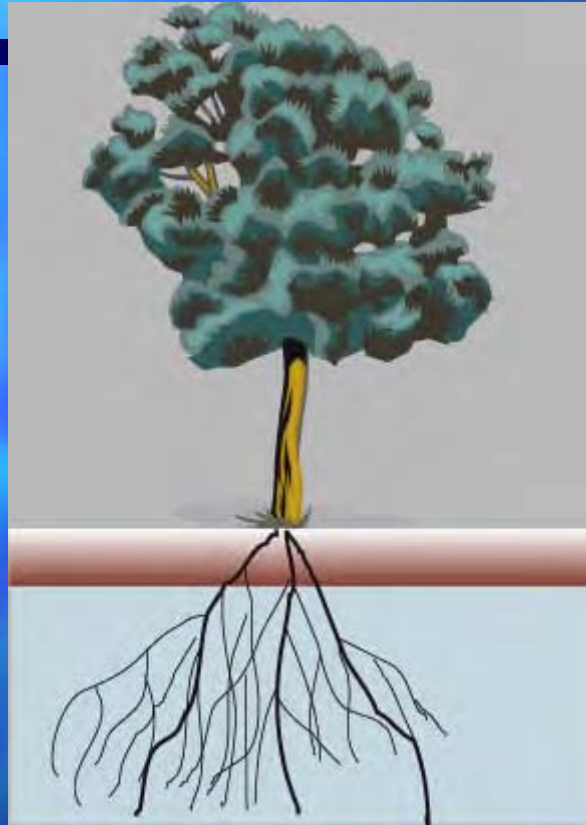
Limitation ou suppression de l'érosion



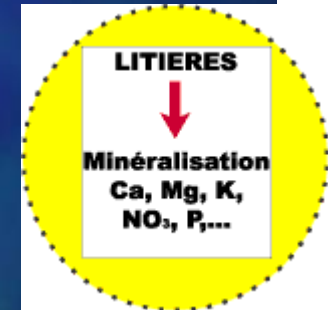
La forêt équatoriale, un modèle de fonctionnement à reproduire pour l'agriculture

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

- Un système fermé
- Peu d'échanges avec le sol minéral



Ca, Mg, K,
NO₃, P.



Les techniques de semis direct

les principes

- Suppression du travail du sol
- Couverture permanente du sol par de la biomasse végétale morte ou vivante
- Semis direct à travers cette biomasse

Les techniques de semis direct la maîtrise

- Obtention d'un mulch: résidus de récolte ou plante de couverture
- Techniques de semis: des outils spécifiques
- Gestion de l'enherbement: peu d'herbicides

Les plantes de couverture principes

- Se développent rapidement
- Se multiplient facilement
- Sont facilement contrôlables
- Présentent en général un fort développement racinaire
- Couverture morte (résidus) ou vivante

Les plantes de couverture

- Couvrent le sol en permanence
- Empêchent l'érosion (hydrique, éolienne...)
- Limitent l'évaporation quand elles sont en mulch
- Permettent de tamponner la température au niveau du sol
- Favorisent la biologie du sol
- Allélopathie, ombrage...
- Prospection des horizons profonds pompes biologiques, favorisent l'infiltration
- Alimentation du bétail



Profil et racines avec *Arachis repens* Antsirabe Madagascar 2001

**Enrichir les sols
avec des espèces
fourragères**



**Racines de *Brachiaria
humidicola* au Vietnam**



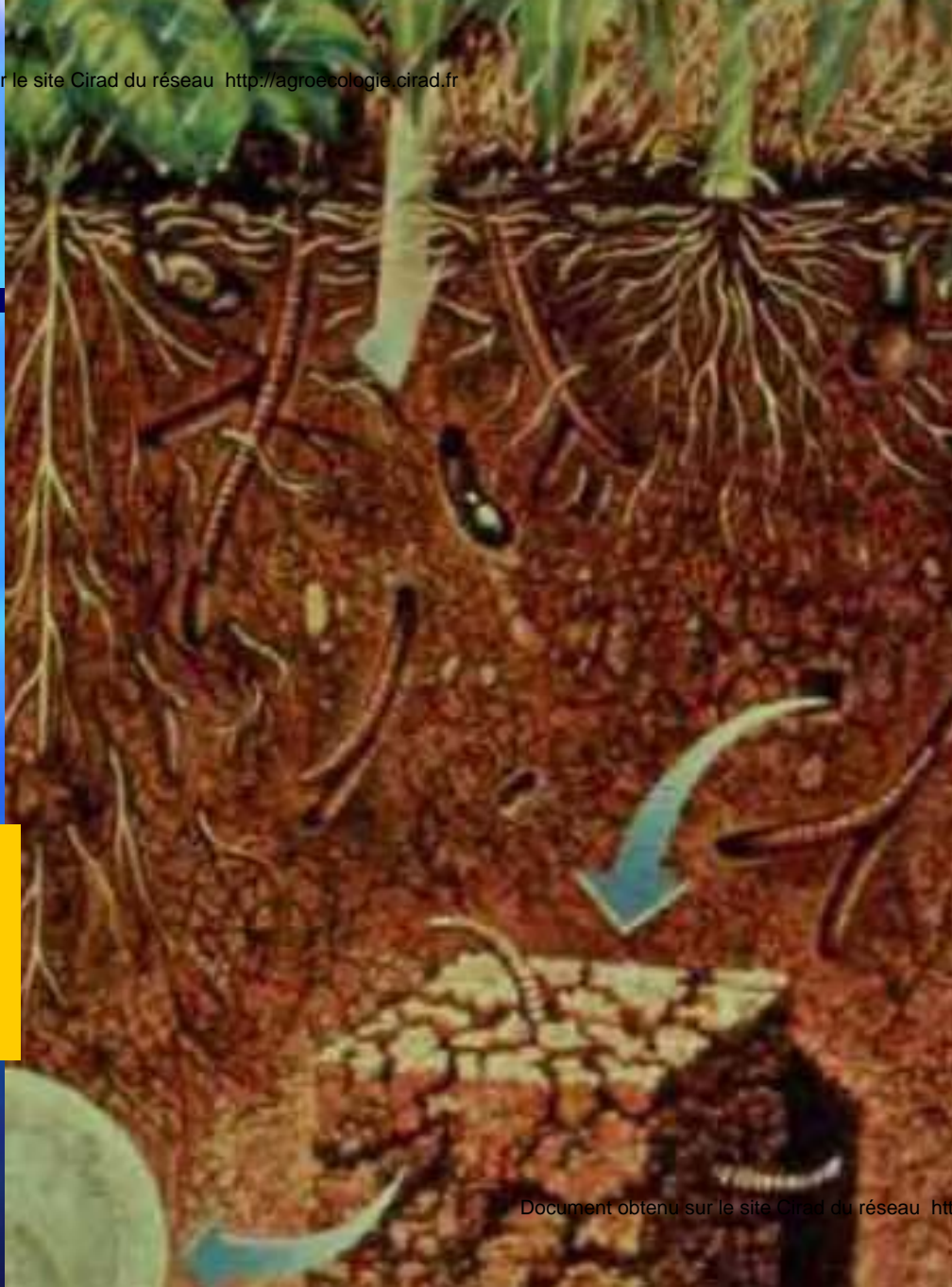








ol
biologiquement
ctif





Sécheresse et couverture morte + vivantes 1/2 (rotations)

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>



S S O N D J F M A M M J J A S S

SD

1.



Soja cycle court, intermédiaire



Maïs + Brachiaria



Pâturage saison sèche

En fonction du niveau technologique : rendements de 3.0 à 3.8 tonnes de soja/ha

et 3 à 5 tonnes/ha de Maïs + 50 à 90kg/ha/ha de viande

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

=> Successions annuelles = productions de grains, fibres + pâturage

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

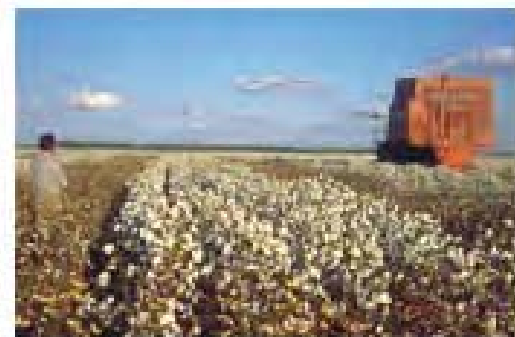


S O N D J F M A M M J J A S



Pâturage saison sèche (50 à 90kg de viande /ha)

Soja sur Cynodon d. Tifton 85 (3,2 à 4,87 t/ha)



Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Biomasse pérenne Tifton 85 puis coton sur Tifton 85

(2,6 à 4,8 t/ha)



Rendements en soja supérieurs à 5 tonnes/ha













Les techniques de semis direct : point de vue de l'agriculteur

- Facilité de gestion du calendrier :
souplesse
- Productivité du travail: moindre
pénibilité
- Économie d'intrants

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Les techniques de semis direct : impact sur l'environnement

- Recyclage permanent des nutriments
- Préservation des patrimoines sols, eaux et forêts
- Stockage du Carbone: augmentation du stock de matière organique dans le sol, réduction de l'émission de Carbone dans l'atmosphère

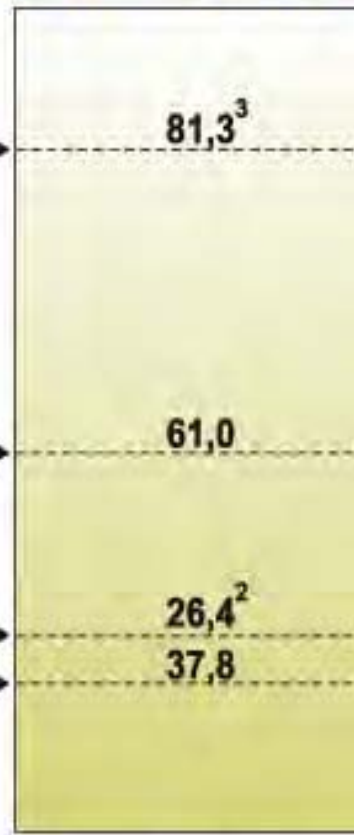
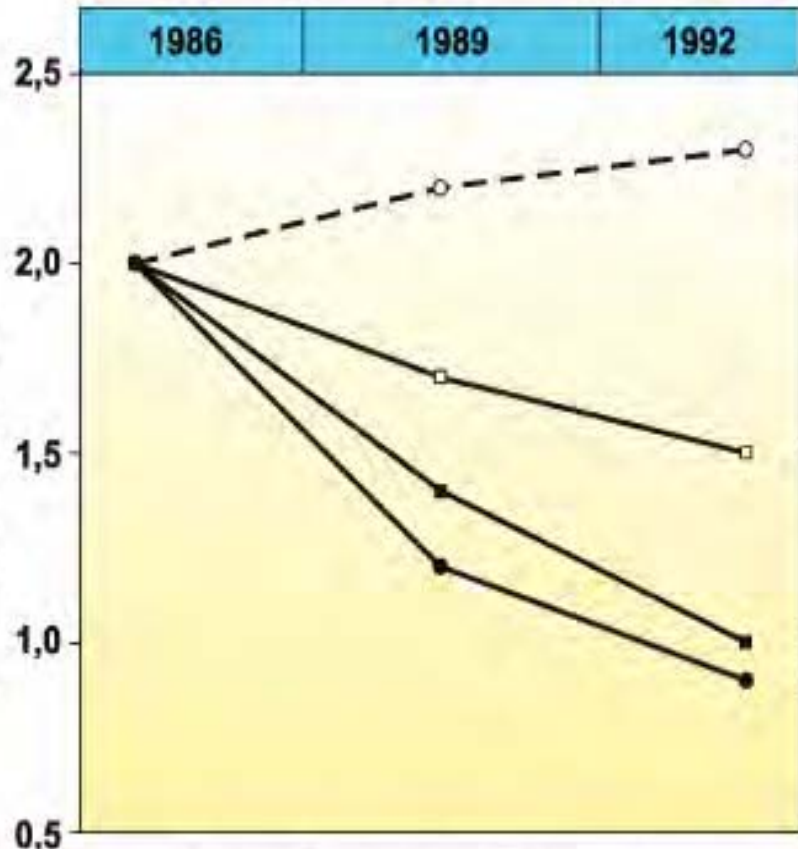
Evolution du taux de matiere organique sur la production

Document obtenu sur le site Cirad du reseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Évolution M. O. % dans l'horizon 0-20 cm, en fonction des systèmes de culture

Productivité¹ moyenne de grains du Soja, en kg/ha

Biomasse aérienne cumulée, en t/ha



- Labour x Monoculture Soja **1 seule culture par an**
- Discage x Monoculture Soja **1 seule culture par an**
- Labour x Rotations **Mais - Soja / Soja - Riz** **2 cultures (4 cultures)**
- Semis direct x (Soja + Sorgho) **2 cultures alterné avec (1 labour x Riz)** **2 cultures (4 cultures)**

- 1- Fumure minérale
Sur Soja = 8N + 80P₂O₅ + 80K₂O + oligo-Éléments/ha
- 2- Structure et vie biologique détruites, semelle de disques

- 3- Biomasse sèche totale = Parties aériennes + grains

Document obtenu sur le site Cirad du reseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Le semis direct dans le monde quelques chiffres

- 62 millions d'hectares dans le monde
- 84% en Amérique du Nord et du Sud
- 14% en Australie
- 2% dans le reste du monde Europe
Afrique Asie

L'expérience du Cirad

- Depuis 1985, le Cirad met au point des systèmes de culture à base de semis direct sur couverture
- Quelques résultats
 - Économie d'eau: au Mexique 1.5T/ha de mulch = 100 mm de pluie utile
 - Réduction du travail: (à Madagascar: en traditionnel 200HJ/ha, en semis direct 100HJ/ha
 - Marge brute: offset 50\$/ha, semis direct 131\$/ha
 - Diffusion: >4 millions d'hectare dans les Cerrados

Le plan d'action agro-écologie financement MAE, FFEM, AFD, CIRAD

Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>

Comité scientifique

Comité de pilotage

Le programme transversal

1. Identification de projet
2. Appui scientifique
3. Capitalisation formation diffusion
4. Séquestration gaz effet de serre
5. Suivi évaluation

Les projets pilote *

Mali

Madagascar

Laos

Tunisie

Éthiopie

*: volets de recherche développement dans des projets ou programme de développement rural ou régional AFD

Questions générales dans les différents pays des projets pilotes

- Dégradation de la fertilité
- Érosion, ruissellement
- Comment valoriser toute l'eau qui tombe?
- Réduction des effets des aléas climatiques
- Contrôle de l'enherbement
- Relations agriculture élevage
- Réduction des coûts de production et de la pauvreté

La diffusion

- Amélioration de l'environnement de la production (recherche, information, représentation, approvisionnement, crédit, formation alphabétisation, concertation)
- Résolution des contraintes
 - conservation des résidus pendant la saison sèche
 - résistance à l'innovation (producteurs, structures d'encadrement)

Limites des SCV

- Changement de mentalité, remise en question de tout l'itinéraire technique
- Les relations agriculture élevage et la conservation de biomasse pendant la saison sèche
- Pilotage de la culture: les exigences de la suppression du travail du sol ----> formation
- Mise au point des outils (semoirs...)

Exigences particulières pour l'adoption de l'agriculture de couverture et du semis direct

- Au préalable sols décompactés et drainés
- Gestion et choix judicieux des couvertures
- Contraintes phytosanitaires: fontes de semis, problèmes liés à l'amélioration de la biologie du sol...
- Maîtrise des mauvaises herbes: gestion ciblée et économe des herbicides, densité de la couverture
- Allélopathie

Et au Tchad, combien
d'hectares en 2010?