

PROJET CHD/96/G31/B/IG/99
**« Elaboration de la Stratégie Nationale et
Plan d'Action pour la Conservation
de la Diversité Biologique »**

**Volet Agropédologie :
Etude des besoins actuels et futurs en terres agricoles**

Analyse documentaire

Par Dr BEKAYO N. DERLA

Janvier 1998

SOMMAIRE

	<i>Pages</i>
I. Introduction	1.
II. Présentation générale du Tchad	
II.1 Situation géographique et climatique	
II.2 Fluctuation de la pluviométrie	2
II.3 Pédogénèse et types de sol	
II.3.1 Zone désertique	4
II.3.2 Zone séhélienne	
II.3.3 Zones soudanienne et soudano-guinéenne	5
III. Potentialités agricoles	9
III.1 Disponibilités en terres agricoles	
III.2 Productions agricoles	10
IV. Critères majeurs d'utilisation des terres au Tchad	14
IV.1 Contraintes d'ordre environnemental	
IV.2 Contraintes chimiques	
IV.3 Contraintes physiques	15
IV.4 Contraintes dues aux techniques culturales	
IV.5 Contraintes démographiques	16
IV.6 Projet pétrolier et risque de pertes des terres agricoles	
V. Projection dans le temps des besoins en terres agricoles	
VI. Dégradation de l'écosystème naturel	17
VII. Conséquences de la dégradation de l'environnement sur la biodiversité	17
VIII. Conclusions et recommandations	18
Bibliographie	

I. INTRODUCTION

Cette étude réalisée dans le cadre du rapport national sur la biodiversité au Tchad est un travail principalement d'analyse des données existantes. Les principales sources d'information (voir bibliographie) sont des documents réalisés par les institutions publiques, para-publiques, des Organisations Non Gouvernementales (ONG), des missions techniques ou scientifiques, des centres de recherche, etc. travaillant dans le secteur agricole.

Ces informations écrites ont été complétées par celles recherchées de manière anthropologique, basée sur des interviews directes et des observations réalisées sur quelques sites représentatifs des zones sahélienne (Bol, Mongo, Abéché) et soudanienne (Bâ-Illi, Sarh, Bébédjia, Moundou, Kélo).

Couvrant l'ensemble du territoire national, l'étude a pour but de déterminer les besoins actuels et futurs des terres agricoles en tenant compte :

- de la pression démographique ;
- de la tendance à long terme de la production agricole des terres cultivables actuellement ;
- et de tout autre facteur susceptible d'affecter la demande en nouvelles terres agricoles.

La partie agro-pédologique de l'étude vise donc un objectif général de développement.

II. PRESENTATION GENERALE DU TCHAD

II.1 Situation géographique et climatique

Situé entre les tropiques du Cancer au Nord et celui du Capricorne au Sud, le Tchad, pays continental, est caractérisé par un climat tropical sec au Nord et humide au Sud.

Le territoire national est classé en zones agro-climatiques ci-après :

- a) La zone saharienne (0-100 mm) au Nord de l'isohyète moyen de 350 mm considéré comme la limite Nord de la culture sèche : la production végétale dépend de l'irrigation ponctuelle dans les oasis et les ouaddis. Cette zone située entre le 16ème degré et le 24ème degré de latitude Nord couvre 58 % du territoire national.
- b) La zone sahélo-saharienne (100-400 mm) entre l'isohyète moyen de 350 mm et l'isohyète 450 mm à probabilité 90 % : la culture sèche (mil) et la production végétale au sens large n'est assurée qu'en culture de décrue ou irriguée, en particulier dans les ouaddis du Kanem et, surtout sur les bords du Lac-Tchad. La Limite Sud va du Nord de N'Djaména au Sud d'Abéché, et représente 11 % du territoire national. On admet que sur près de 70 % de ce territoire, l'agriculture pluviale est aléatoire.
- c) La zone sahélienne proprement dite (400-600 mm) entre les isohyètes 450 mm et 600 mm à probabilité 90 % : la culture sèche de mil, sorgho, niébé et arachide est possible 9 années sur 10 en moyenne. Cette zone couvre 11 % du territoire, surtout dans les préfectures dites sahéliennes du Chari-Baguirmi (tiers central), du Guéra (le tiers Nord), du Batha (extrême Nord), du Ouaddaï (Centre Sud) et du Salamat qui appartient à la zone soudanienne, mais l'extrême Nord est sahélien.

- d) La zone soudanienne entre les isohyètes 600 et 800 mm à probabilité de 90 % : les tubercules apparaissent à côté des céréales et la culture du coton est possible mais non garantie. Cette zone (13 % du territoire) couvre tout le Sud des préfectures citées ci-dessus et le Nord des préfectures du Mayo-Kebbi, de Tandjilé et du Moyen-Chari.
- e) La zone soudano-guinéenne qui reçoit plus de 800 mm de pluies au moins 9 années sur 10 : seuls les deux Logones sont franchement soudano-guinéens avec le Sud du Moyen-Chari, de la Tandjilé et du Mayo-Kebbi. C'est la zone par excellence de diverses cultures, même si on constate parfois au cours de la phase végétative des poches de sécheresse de durée variable (voir graphique des isohyètes ci-après).

II.2 Fluctuation de la pluviométrie (voir cartes des isohyètes ci-après : source : DREM service climatologique)

Les données climatiques, en particulier la pluviométrie, subissent des fluctuations relativement importantes entre 1960 et 1990, se traduisant par une régression des isohyètes du Nord vers le Sud, avec comme conséquence une baisse de production agricole. Ce constat est basé sur des analyses des données pluviométriques couvrant l'ensemble du territoire. Elles ont été faites sur la base des trois normales ci-après :

- normale 1960 : données moyennes de 1931 à 1960 = 30 années ;
- normale 1975 : données moyennes de 1946 à 1975 = 30 années ;
- normale 1990 : données moyennes de 1961 à 1990 = 30 années.

En 1960, l'isohyète 200 mm se situait autour de 18° de latitude Est et Ouest. Elle a baissé aux environs de 16° de latitude Est et Ouest en 1975 et 1990. Cette régression de la pluviométrie induit une augmentation sensible de la zone sahélo-saharienne peu propice aux cultures pluviales. Cette tendance à la sécheresse persistante s'observe également dans les zones sahéenne et soudanienne mais de moindre ampleur pour la dernière. Cependant, elle provoque sur certains sites la baisse sensible des rendements agricoles, voire la disparition de certaines espèces végétales peu adaptées à la sécheresse.

II.3 Pédogénèse et types de sol

Les matériaux à partir desquels les sols se sont formés au cours des temps (pédogénèse) et les conditions environnementales générales qui déterminent l'aptitude de ces sols à la végétation naturelle et aux cultures sont très variés du Nord au Sud du Tchad.

II.3.1 Zone désertique

D'une superficie estimée à environ 60 millions d'ha sur les 128,4 millions d'ha du territoire national, la majorité de ces sols formés sur sable sont des sols minéraux bruts désertiques et subdésertiques peu évolués et à profil peu varié. Les possibilités de cultures pluviales sont très faibles surtout à cause de la faiblesse de la pluviométrie qui est de 0 à 100 mm malgré la présence de nappe à faible profondeur par endroit. Les terres de cultures courantes sont des oasis et des dépressions aux sols argileux à argilo-limoneux relativement riches où sont pratiquées les cultures irriguées de dattiers, de légumes variés, de blé, des arbres fruitiers (vigne, agrumes, manguiers, figuiers). En raison des pertes de ces sols cultivables dues à l'ensablement, à la salinisation ou tout simplement par le mode

d'exploitation des ressources par l'homme, notamment dans les régions de Fada et de Guelta d'Archei, leur superficie totale est mal connue. Les estimations des ressources actuelles des palmeraies du Borkou, de l'Ennedi et du Tibesti, appréhendées sur le terrain à partir des données SPOT sont d'environ 5.152 ha en 1990.

II.3.2 Zone sahélienne

Les principaux types de sols de cette zone sont formés :

- dans les plaines de piedmonts sur 4 séries sédimentaires d'âge quaternaire : ce sont par ordre d'ancienneté :
 - a) série sableuse ancienne souvent colorée en ocre ou rouge clair ;
 - b) série argilo-sableuse d'origine fluvio-lacustre : cette sédimentation peu épaisse repose sur socle granito-gneissique qui affleure par endroit ;
 - c) série sableuse récente d'origine fluviale : elle occupe des zones intermédiaires entre les « regs » (roches) formant le plateau et le cours des ouaddis actuels ou fossiles ;
 - d) série alluviale limono-argileuse à argilo-limoneuse récente à actuelle qui occupe les bas-fonds, les terrasses des ouaddis et de ce fait, des surfaces restreintes.
- dans l'intérieur des massifs sur les granites, granito-gneiss, parfois granito-diorites et aussi sur les séries sédimentaires précédentes.

Les principaux sols de cette zone sont :

a) Sols ferrugineux tropicaux

Ce sont des sols à hydroxydes et à matière organique rapidement décomposée et minéralisée due aux conditions de température et d'humidité favorables une partie de l'année. Très sableux (90 % de sable quartzeux), ils sont pauvres en éléments échangeables et en P_2O_5 et en matière organique et en azote. De grandes surfaces de ces sols sont presque vierges et ne servent que de pâturages actuellement au Nord de Massenya.

De l'isohyète 650 mm à la bordure du Lac-Tchad, ces sols sont steppiques, bruns et sub-arides, sableux, pauvres en tous éléments. Ils sont cultivés en mil pénicillaire en hivernage et utilisés comme pâturages par des troupeaux de bovins.

b) Sols hydromorphes

On distingue parmi ceux-ci :

- a) Les sols sur alluvions récents à hydromorphie temporaire d'ensemble ou de profondeur (bourrelets de fleuves ou défluent) ou à hydromorphie semi-permanente d'ensemble (dépression). De texture variable, ces sols sont observés au Nord de N'Djaména et dans l'importante fosse de Massenya. Selon leur texture, ils sont généralement bien pourvus en éléments échangeables mais pauvres en matière organique, P_2O_5 et azote. Ils ont une bonne aptitude agricole si les phénomènes d'alcanisation (Na) ou de salure (sels solubles) sont faibles.

b) Les sols exondés beiges à hydromorphie temporaire de profondeur qui se sont formés sur les séries sableuses anciennes et récentes. Ils sont généralement plus riches en éléments échangeables, ceci par suite de phénomène de remontée par une savane plus ou moins dense qu'ils portent. Dans certains cas, l'excès de sodium en fait des sols alcalins à végétaux clairsemés. Ces sols existent par tâche en toute région.

c) Vertisols

Parmi ceux-là on distingue :

- a) Sols argilo-sableux à argileux : ce sont des sols hydromorphes à nodules calcaires et à effondrement. Peu répandus, on les observe entre les fleuves Logone et Chari ainsi qu'au Sud du Bahr Erguig. Ils sont bien pourvus en éléments échangeables, particulièrement calcium (Ca) et magnésium (Mg) mais pauvres en phosphore (P_2O_5), diversement pourvus en matière organique. Ils conviennent aux cultures de riz, de maïs et de sorgho si les conditions hydriques le permettent.
- b) Sols argilo-sableux. Localisés dans la dépression inter Logone-Chari, ils sont peu évolués mais présentent le même niveau de richesse que les précédents, avec cependant un excès en sodium (Na). Ils sont cultivés en sorgho rouge, mil pénicillaire et arachide quand un horizon supérieur sableux les recouvre.
- c) Sols argileux des prairies inondées. De pH acide et riche en matière organique et en azote, moyennement pourvus en P_2O_5 , riches en éléments échangeables sans excès de Na, ils sont incultes à l'exception des rizières implantées dans les endroits où les profondeurs d'eau sont faibles.
- d) Sols à argile noire tropicale. Formés sur alluvions lacustres récentes, ils sont généralement morcelés et s'observent au Nord de N'Djaména et dans la fosse Est de Massenya. Ils sont faiblement inondés et portent des savanes. L'excès de l'ion Na explique sa teneur en sels solubles, notamment les carbonates et les sulfates de sodium qui rendent son aptitude agricole plus faible par rapport aux sols précédents.

II.3.3 Les zones soudanienne et soudano-guinéenne

Seule une faible partie de cette zone (région de Gadjibian) porte des sols évolués sur des matériaux non transportés. Partout ailleurs, les matériaux dont sont issus les sols proviennent du démantèlement de sols et des roches de l'arrière pays cristallin lointain. Ils ont déjà subi une évolution pédologique avant leur transport et ont très vraisemblablement été soumis à une pédogénèse intense après la formation de l'immense glacis de piedmont au Sud de la cuvette tchadienne qui constitue les buttes de Koro.

Les principaux sols de cette zone

Les sols de Koro

a) Les sols rouges ou ocre rouge profonds

Ils sont les plus fréquents dans le Sud du pays et représentent environ la moitié de la superficie de la zone. Ils ne présentent des caractères d'hydromorphie que lorsqu'ils sont tronqués ou qu'ils occupent des positions topographiques basses.

La structure pseudo-particulaire des horizons supérieurs est en corrélation avec la texture sableuse grossière et une bonne perméabilité. A partir de 50 cm, le sol devient nettement compact avec une porosité faible.

La matière organique est en quantité toujours réduite (1-3 %) et son taux décroît très vite en profondeur. Très souvent, le rapport C/N de l'horizon de surface est assez élevé, de l'ordre de 12 à 16. Il décroît très vite dans l'horizon sous-jacent pour atteindre 6 à 10. La répartition des bases échangeables le long du profil montre l'importance d'une faible quantité de matière organique dans le maintien de la fertilité de l'horizon supérieur, en particulier sur le plan de calcium (Ca), et témoigne du lessivage du sol. En effet, si les horizons inférieurs ne renferment que 1 à 2 meq/100 g, l'horizon supérieur contient plus de 4 meq/100 g avec un taux d'argile très faible. C'est ici que se situe l'influence favorable de la jachère arborée qui permettrait une sorte de remontée ou de remise en surface des éléments minéraux qui auraient été entraînés en profondeur par lessivage. Ces sols conviennent à toutes les cultures courantes.

b) Les sols peu évolués d'érosion

Certains des sols squelettiques sur quartzite se sont formés lorsque la roche cristalline s'est montrée particulièrement résistante à l'altération. Ils constituent quelques reliefs très voisins du niveau supérieur cuirassé. La surface du sol est jonchée de cailloux anguleux de quartzite de 1 à 6 cm. La plantation d'arbres reste la seule utilisation possible.

D'autres, sont des sols squelettiques sur cuirasse. Certains sont des cuirasses alluviales de bas de pente, en particulier sur les pentes qui dominent le Logone entre les Koros de Bénoué et de Guidari. La valeur agricole de ces sols est pratiquement nulle.

c) Les sols argileux des plaines des fleuves

L'essentiel est constitué par la série ancienne argilo-sableuse à nodules calcaires d'épaisseur variable (2 à 4 m). Elles sont très largement inondées et sont très rarement utilisées pour l'agriculture, sauf pour le riz si les profondeurs d'eau le permettent.

En conclusion, les sols ferrugineux tropicaux sont les plus caractéristiques au Tchad (voir cartes ci-après : zone sahélienne, source : inventaire des ressources agro-sylvo-pastoral du Borko-Ennedi-Tibesti (BET) Bureau des Nations – Unies pour la région Soudano-Sahélienne – BNNS/UNSO – Agrotechnik – Août 1990 ; Zone soudanienne : Atlas pratique du Tchad, Institut National Tchadien pour les Sciences Humaines, 1972). Ils ont, dans la zone soudanienne, une vocation agricole assez bonne, et moyenne à faible dans la zone sahélienne. La richesse minérale y est limitée et variable en fonction de la roche mère. Les caractéristiques structurales médiocres peuvent être aggravées par la dégradation des qualités physiques sous l'effet de la culture et influe négativement sur les futurs rendements agricoles. Leur fertilité potentielle est loin d'être négligeable mais celle-ci s'est rapidement dégradée en fonction des techniques culturales inadaptées, conduisant aux chutes rapides des rendements agricoles comme nous le verront plus loin aux chapitre productions agricoles.

III. POTENTIALITES AGRICOLES

III.1 Disponibilités en terres agricoles

D'après les estimations faites en 1984, la surface totale du Tchad est répartie comme suit selon les vocations agricoles :

Tableau 1 - Répartition des terres par vocation agricole

	A'+B'	C'A	D'B	C	D	Total
Classe I (%)	PM *	710 (0,5)	722 (0,5)	2.521 (2)	1.682 (1,5)	5.635 (4,5)
Classe II+III (%)	PM *	2.302 (2)	2.330 (2)	4.701 (3,5)	4.042 (3)	13.357 (10,5)
Sous-Total (%)	PM *	3.012 (2,5)	3.052 (2,5)	7.222 (5,5)	5.706 (4,5)	18.992 (15)
Classe IV (%)	PM *	184	170	347	85	786 (0,5)
Classe I à IV (%)		3.194	3.222	7.569	5.791	19.778 (15,5)
Sols non cultivables ou hors zone de culture (%)	74.090 (58)	11.375 (8,5)	10.899 (8,5)	8.764 (7)	3.494 (2,5)	108.622 (84,5)
TOTAL (%)	74.090 (58)	14.571 (11)	14.121 (11)	16.333 (13)	9.285 (7)	128.400 (100)

Source : CILSS, Sept. 1984.

N.B. : Classe de sol : - I : sols irrigables
- II : sols bons pour les cultures sèches
- III : sols moyens pour les cultures sèches
- IV : sols marginaux pour les cultures sèches
- V : sols non utilisables pour l'agriculture
- * : Pour mémoire

	<u>A vocation pastorale</u>	<u>A vocation agricole</u>
Zone saharienne	A' B'	-
Zone sahélo-saharienne	C'	A
Zone sahélienne	D'	B
Zone soudanienne	-	C
Zone soudano-guinéenne	-	D

Sur les 1.284.000 km², soit 128.400.000 ha que couvre le Tchad, les terres cultivables sont estimées à 20 millions d'ha environ, dont 11.765.000 ha en zone soudanienne et 8,8 millions ha en zones sahélienne et saharienne. Cela montre que le potentiel agricole ne concerne qu'une partie du territoire national.

Les forêts et bois qui ne sont pas compris dans les terres cultivables occupent une superficie de 32.400 millions d'ha (FAO 1995) dont :

- les forêts classées : 1.493.184 ha
- les parcs nationaux : 414.000 ha
- les réserves de faunes : 11.080.000 ha

qui représentent une superficie de 12.987.184 ha.

Les superficies cultivées annuellement varient entre 1.500.000 à 2.200.000 ha de 1988 à 1996 (voir tableau 2). Par rapport au potentiel cultivable (20.000.000 ha), les terres cultivées annuellement n'excèdent guère 11 % des terres cultivables et 1,7 % du territoire national.

Selon une étude récente du CILSS, les terres irrigables sont estimées à plus de 5.000.000 d'ha. Or, le programme d'aménagement hydro-agricole au Tchad ne porte que sur 12.000 ha dont 8.000 ha seulement sont exploités. Le Tchad dispose donc encore de suffisamment de terres irrigables.

Les statistiques ci-dessus montrent que sur le plan quantitatif (surfaces cultivables), les disponibilités sont encore relativement importantes mais nécessitent des aménagements et des techniques culturales appropriés.

Cependant, cette affirmation basée sur l'occupation moyenne des terres au niveau national cache certains problèmes, notamment celui de pression sur les terres cultivées dans les zones à forte densité (plus de 30 habitants au km²) telles que le Mayo-Kebbi et les deux Logones.* A cela, s'ajoute le problème de la pauvreté des sols liée à la dégradation de l'environnement et aux techniques culturales, ne permettant pas le maintien de la fertilité des sols sous culture qui se traduit par des faibles rendements agricoles que nous examinerons au chapitre suivant.

III.2 Productions agricoles

En examinant le tableau des productions des cultures principales de 1988 à 1996, on constate que les productions de céréales, bases de l'alimentation humaine au Tchad, se situent entre 600.000 et 1.200.000 tonnes. Si on considère la consommation moyenne par habitant et par an estimée à 141 kg et la population qui est de 6.300.000 habitants (recensement de 1993), il faudrait une production céréalière de l'ordre de 900.000 tonnes pour couvrir les stricts besoins alimentaires.

Or, en dehors des années 1992, 1994 et 1995, les productions céréalières ont été déficitaires, ce qui a entraîné des importations de céréales dans la zone sahélienne (N'Djaména) estimées à 50.000 tonnes en 1985/86 auxquelles peuvent être ajoutées environ 25.000 tonnes (riz et farine de blé) qui transitent directement du Cameroun (zone soudanienne), soit un total estimatif de 75.000 tonnes.

Les faibles rendements des cultures, en particulier des céréales qui sont généralement cultivées de manière extensive (en dehors du riz irrigué) s'expliquent par de multiples contraintes à la production rencontrées par les producteurs.

* source : recensement général de la population et de l'habitat BCR 1993.

Tableau 2 - Superficies des principales cultures (en ha)

Cultures	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96
Pénicillaire	578.954	524.710	488.449	566.860	567.163	509.420	648.725	639.837
Sorgho	347.250	432.993	438.850	502.460	523.137	495.770	614.669	675.215
Berbéré	108.743	107.724	80.366	143.505	123.601	111.175	128.807	100.665
Riz paddy	31.615	28.654	36.854	48.473	53.398	41.358	51.998	59.633
Blé	2.300	300	1.400	2.473	1.132	939	1.315	1.897
Maïs	31.457	19.500	29.500	48.520	68.912	72.853	127.875	70.813
Fonio	-	-	-	453	210	210	429	708
Total	1.100.319	1.113.881	1.075.428	1.312.746	1.337.553	1.231.725	1.573.818	1.548.768
Sésame	13.985	2.272	36.559	47.460	54.000	45.040	92.804	45.440
Arachide	129.651	135.782	184.996	225.700	274.786	283.763	277.301	318.673
Total	143.636	138.054	221.555	273.160	328.786	328.210	370.105	364.113
Niébé	20.481	29.823	25.656	25.730	36.155	25.940	33.177	43.897
Pois de terre	-	-	-	22.200	22.550	24.625	13.885	22.789
Total	20.481	29.823	26.656	47.930	58.705	50.565	47.062	66.686
Coton	199.400	184.700	206.500	283.400	199.400	158.400	203.500	207.500
Canne à sucre	3.506	3.471	3.442	3.387	3.460	3.517	3.446	3.433
TOTAL GENERAL	1.467.342	1.469.929	1.532.580	1.920.623	1.927.904	1.772.360	2.197.931	2.190.500

Source : Division de la Statistique Agricole/Office National de Développement Rural (DSA/ONDR).

Tableau 3 - Productions des principales cultures (en tonnes)

Cultures	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96
Pénicillaire	335.676	179.337	167.590	226.010	293.433	212.094	319.698	227.715
Sorgho	257.843	237.010	280.164	285.914	386.934	243.350	480.720	437.468
Berbéré	84.342	74.899	56.686	131.050	97.808	75.328	121.761	97.711
Riz paddy	73.863	105.974	66.027	117.525	108.211	23.104	90.548	78.978
Blé	2.450	450	2.100	3.421	2.400	2.006	2.932	2.643
Maïs	33.871	19.171	28.823	47.775	87.424	61.076	158.896	62.537
Fonio	-	-	-	105	1.000	210	314	285
Total	808.086	616.841	601.390	812.000	997.210	617.168	1.174.869	907.317
Sésame	8.247	2.086	10.133	13.270	16.325	11.755	25.584	10.443
Arachide	99.273	188.594	108.423	230.417	223.763	190.000	207.212	292.581
Total	107.520	190.680	118.556	243.687	240.088	201.755	232.796	303.024
Niébé	19.779	51.478	32.794	11.700	13.613	9.848	23.970	20.980
Pois de terre	-	-	-	21.020	21.370	21.725	19.987	19.356
Total	19.779	51.478	32.794	32.720	34.983	31.573	43.957	40.336
Coton	151.600	132.000	195.000	108.700	125.800	100.500	138.100	157.500
Canne à sucre	25.239	30.409	29.512	28.349	27.881	32.204	29.039	28.600
TOTAL GENERAL	1.112.224	1.021.408	977.252	1.225.456	1.927.904	983.200	1.618.761	1.436.777

Source : DSA/ONDR.

IV. CONTRAINTES MAJEURES D'UTILISATION DES TERRES AU TCHAD

IV.1 Contraintes d'ordre environnemental

Comme mentionné au chapitre II.3 ci-dessus, ce sont surtout les séries sédimentaires de formation d'âges divers dont sont issus les sols du Tchad. La majorité de ces sols sont ferrugineux tropicaux lessivés dans la zone soudanienne et faiblement ou non lessivés dans la zone sahélienne. Au Nord, ils sont sableux, peu aptes aux cultures exceptés les ouaddis et les oasis et soumis à l'érosion éolienne. Au Sud, les sols de Koro qui sont majoritaires sont soumis à l'érosion pluviale, malgré leurs faibles pentes. Les nappes profondes supérieures à 50 m de profondeur (Koros de Guidari, de Bénoye, de Bébalem, de Bébédjia, de Koumra, de Kyabé) ne permettent pas de culture de contre-saison sans irrigation.

Les plaines inondées des fleuves Chari-Logone sont en grande partie inaccessibles à cause de la profondeur des eaux en hivernage.

IV.2 Contraintes chimiques

Ce sont les plus importantes contraintes à la production des sols ferrugineux tropicaux lessivés.

- Leurs taux de matière organique sont faibles, inférieurs à 2 %, surtout après 2 à 3 années de culture sans restitution organique comme c'est le cas de la plupart des techniques culturales pratiquées au Tchad. Cet épuisement rapide de la matière organique est accéléré par une forte minéralisation biologique favorisée par les conditions d'humidité et de chaleur qui règnent une bonne partie de l'année ;
- La quasi totalité des sols tropicaux sont carencés en azote (N) et en phosphore (P_2O_5) assimilables ;
- Leur capacité d'échange cationique (CEC) et la somme des bases sont généralement faibles, inférieurs à 16 meq/100 g de terre fine ;
- à pH faible (inférieur à 5) les risques de toxicité aluminique pour un taux d'occupation du complexe absorbant de l'ordre de 30 % sont fréquents ;
- Les teneurs élevées en sel des sols sodiques et salés, largement répandus au Ouaddaï (voir carte pédologique), des périmètres rizicoles irrigués, notamment de Mara, Zafaya, etc au Nord de N'Djaména constituent des contraintes pour le développement racinaire et la croissance des plantes. Les analyses des échantillons de sol de ces périmètres réalisés au Laboratoire de Gand (Belgique) en 1993 indiquent des teneurs élevées des sels de sodium et calcium des sols du périmètre irrigué de Mara.

Par contre les différentes nappes du Chari-Baguirmi sont peu minéralisées à l'exemple des eaux des fleuves Chari et Logone dont on peut estimer qu'elles tiennent leurs origines. Leurs utilisations pour l'irrigation si elles sont faites dans les bonnes conditions de drainage ne devraient pas provoquer de problèmes de salinisation. En effet les conductivités des eaux de ces deux fleuves sont faibles : 0,04 à 0,06 millimho (25 à 40 mg/litre) d'après les analyses faites par l'ORSTOM sur les eaux prélevées à l'amont de l'actuelle N'Djaména en Octobre 1962.

Cations	Logone	Chari
Ca meq/l	0,25	0,25
Mg meq/l	0,17	0,17
K meq/l	0,10	0,10
Na meq/l	0,13	0,13
Anions		
CO ₃ + CO ₃ H meq/l	0,52	0,44
SO ₄ + CO ₃ H meq/l	traces	traces
Cl + CO ₃ H meq/l	traces	traces

Au Nord du 13^{ème} parallèle, les eaux de surface sont de qualité bonne à moyenne (eaux du Lac à Bol : 0,094 millimho/l en Juin 1956), alors que certaines nappes présentent une minéralisation intense.

Compte tenu de l'ampleur du problème et qui risque de conduire à la perte de ces sols cultivés, un programme de leur aménagement doit être entrepris sans délai, pour diminuer leur concentration en sel. Le sous-solage, le drainage, l'utilisation des variétés de culture tolérante au sel sont, entre autres des techniques culturales habituelles appliquées aux sols salés.

IV.3 Contraintes physiques

- **La texture** : elle est une contrainte lorsqu'elle est grossière (sableuse, sablo-limoneux). C'est le cas des sols minéraux bruts peu évolués, désertiques et subdésertiques et des sols lessivés, pauvres en argile et en matière organique après plusieurs années de culture ; ce cas s'observe de plus en plus sur les Koros de la zone soudanienne.
- **L'induration** : elle se présente sous forme de carapace, de cuirasse ferrugineuse. Lorsqu'elle est à moins de 20 cm, elle est une contrainte majeure pour le développement des plantes car le volume du sol exploité par les racines est faible (insuffisance d'alimentation hydrique et en éléments minéraux) ; ces sols d'induration ou de cuirasse sont assez importants dans le Guéra, notamment autour de Mongo.

IV.4 Contraintes dues aux techniques culturales

La plupart des cultures vivrières (excepté le riz irrigué) sont pratiquées selon un système extensif, sans apport d'engrais, ni de restitution organique. C'est ce qui explique le faible niveau de rendement du mil et du sorgho, de l'ordre de 300 à 500 kg/ha, voire moins après plusieurs années de culture.

IV.5 Contraintes démographiques

L'effet conjugué des techniques culturales inadaptées pour une gestion durable de la ressource terre et la croissance démographique nécessitant plus de production vivrière conduit à l'utilisation fréquente des terres qui raccourcit la période de jachère de sorte que dans presque l'ensemble des zones agro-climatiques, les rendements agricoles sont très faibles. Les régions fortement peuplées telles que le Mayo-kebbi, les deux Logones et une partie du Moyen-Chari sont particulièrement concernées.

IV.6 Projet pétrolier et risque de perte de terres agricoles

Comme toute industrie, l'industrie pétrolière génère des déchets de toutes sortes qui peuvent obstruer les cours d'eau, obscurcir le ciel, se combiner aux eaux de pluies et provoquer des pluies acides dangereuses générées par l'émission du gaz sulfureux (SO₂), du dioxyde d'azote (NO₂) et des hydrocarbures volatiles provenant de la combustion des substances énergétiques fossiles. SO₂ et NO₂ en se dissolvant dans les pluies, le brouillard ou la rosée au cours de leur transport aérien, se transforment respectivement en acide sulfurique (H₂SO₄) et en acide nitrique (HNO₃).

Même si ce phénomène n'est pas encore répandu en Afrique, les dépôts acides sont observés dans certains pays d'Asie et d'Afrique, notamment dans les régions minières de Shaba (Zaire). Cela risque fort bien de l'être également dans les zones du projet pétrolier du Tchad, en particuliers celles du bassin de Doba.

Les pluies acides provoquent dans certains sols la dissolution des ions aluminium qui sont toxiques pour les plantes au taux de 30 % des cations fixés sur le complexe absorbant, et qui déplacent les cations basiques utiles pour l'alimentation minérale des végétaux (LARS HEIDEN et GENE LIKENS, 1997).

Outre ces menaces de pollutions chimiques, il faut craindre la concurrence des structures diverses du projet (habitations, routes, pipelines, aéroports, etc.) avec les terres des cultures.

Les ressources naturelles, en particulier les terres agricoles, étant une condition de survie de la zone concernée, des actions devraient être prévues pour assurer leur protection.

Les coupes abusives de bois pour les besoins énergétiques ou de construction, les feux de brousse, considérés par certains paysans comme « phénomène normal » et l'insuffisance de pluviométrie sont autant d'autres facteurs qui dégradent l'environnement et appauvrissent les sols.

V. PROJECTION DANS LE TEMPS DES BESOINS EN TERRES AGRICOLES

Mode de calcul

Pour la population, il est basée sur le taux actuel de croissance démographique estimé à 2,4 % par an. Pour les besoins en céréales (base alimentaire), le mode de calcul est basé sur la consommation moyenne qui est estimée à 141 kg/hbt/an. Pour les besoins en terres cultivables, l'hypothèse est faite en considérant une faible évolution des techniques de production.

Sous ces hypothèses les besoins en terres cultivables seront les suivants :

Tableau 4 - Projection sur la population, les besoins en céréales et en terres cultivables

	1993	2003	2013	2023
Population (hbt)	6.300.000	8.005.461	10.148.126	11.840.279
Céréales (t)	880.300	1.128.770	1.430.886	1.689.479
Superficies (ha)	-	1.881.283	2.384.810	2.782.465

Les estimations de productions de céréales sont basées sur un rendement moyen actuel de 0,6 t/ha dans l'hypothèse d'une faible évolution des techniques culturales dans le temps.

Sous ces hypothèses, les besoins en terres cultivables en céréales seront de l'ordre de 2.800.000 ha en l'an 2023, auxquelles il faut ajouter 2 à 3 millions d'ha pour les autres cultures annuelles (soit 4 à 5 millions). Même à ce niveau de besoins en terres cultivables, les réserves de faune et autres aires protégées n'entrent nullement en concurrence avec les terres cultivables dont le potentiel est estimé à 20 millions d'ha et dont le taux d'utilisation ne serait que de l'ordre de 25 % en l'an 2023.

VI. DEGRADATION DE L'ECOSYSTEME NATUREL

Même les écosystèmes non utilisés par les cultures sont menacés de désertification. Cette évolution est aggravée par des sécheresses périodiques, mais celles-ci ne sont pas les seules causes. Le surpâturage, les feux de brousse tardifs, les coupes excessives de bois, etc. sont autant de causes de désertification. Le pastoralisme nomade causé par la transhumance aux limites très fluctuantes rend difficiles les tentatives de délimitations territoriales, surtout celui des pasteurs de la zone sahélo-saharienne. A mesure que les effectifs du cheptel augmentent, les parcours sont dépouillés de leur végétation et le piétinement des animaux a transformé le sol exposé en poussière.

Le surpâturage modifie également la composition de la végétation sur les parcours. Des plantes inutiles et légèrement toxiques pour le bétail telles que *Calotropis procera* infestent maintenant de vastes superficies même dans la zone soudano-sahélienne parce qu'elles ne sont plus concurrencées par les graminées nutritives qui formaient autrefois l'essentiel de la végétation des pâturages.

VII. CONSEQUENCES DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT SUR LA BIODIVERSITE

Bases de l'innovation agricole, les ressources phylogénétiques, produit de longues années d'évolution naturelle, n'ont été possibles que dans les écosystèmes climaciques, en équilibre avec l'environnement. Ce sont ces ressources qui servent de sélection créative par les agriculteurs. Le déséquilibre de l'écosystème naturel dû surtout aux déboisements excessifs, aux feux de brousse, entraîne la disparition de certaines espèces végétales telles, entre autres, *Cecuridaca longipedunculata*., plante médicinale ou fonio (céréale). Ceci nous a été rapporté à Kélo lors de notre visite de terrain.

Au sein des écosystèmes sous culture, on constate dans un grand nombre de zones, le début d'une véritable érosion génétique qui se traduit par un appauvrissement des variétés, voire des espèces végétales que les producteurs argumentent par la pauvreté des sols. A Bébédjia (Logone Oriental), il nous a été rapporté la disparition de trois cultivars de sorgho appelés communément « Ngoï », « Wakass », « Djabaou », bien prisés par les producteurs mais qui ne se retrouvent que dans les zones lointaines de forêt, telles que le canton Timbéri ou la région de Laoukassi au Logone Occidental.

Les solutions alternatives consistant à introduire des variétés ou d'espèces de plantes adaptées aux sols pauvres ne résolvent pas toujours les problèmes du fait que ces introductions sont rarement acceptées en particulier pour leurs caractéristiques organoleptiques souvent peu appréciées.

VIII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a conclu à une disponibilité relativement importante des superficies cultivables estimées à 20 millions d'ha dont une faible proportion est utilisée actuellement. Des projections dans le temps qui tiennent compte des scénarios des techniques de production agricole, des besoins alimentaires et de la croissance démographique indiquent que, même à l'an 2023, 25 % seulement des terres cultivables seront utilisées pour les cultures et n'entreraient pas en concurrence avec les parcs et autres réserves de faunes.

Cependant, la fragilité de la plupart des sols du Tchad constitués des Koros, formés par des sables argileux dérivés des grès du Continental Terminal nécessite des précautions importantes dans leur gestion. Ces sols sont caractérisés par une pauvreté chimique notamment en phosphore et en azote et l'absence de nappes superficielles ne permettant pas de cultures de contre-saison sans creusement de puits et d'édification de barrages. Il importe dans l'immédiat de trouver une solution rapide à l'épuisement de ces sols dans l'intérêt des milliers d'agriculteurs. Cette dégradation résulte de l'effet conjugué des conditions climatiques (sécheresses fréquentes) et de leur gestion inadéquate pour la production agricole au sens large.

La plupart des producteurs ont réellement pris conscience de cette dégradation des ressources naturelles et sollicitent les services de développement pour les assister à les protéger. Ceci nous semble être un grand atout sur lequel les décideurs peuvent se baser pour mettre en place des programmes réalistes et raisonnés de développement auxquels il faut associer les producteurs à toutes les étapes.

Afin d'atteindre les objectifs du Plan National à l'an 2000 dont l'essentiel s'articule autour :

- du renforcement de la sécurité alimentaire et énergétique ;
- de l'augmentation durable des productions végétales et animales ;

des stratégies suivantes s'imposent :

1. L'amélioration de la connaissance et du suivi des ressources naturelles basées sur la collecte, la conservation, le traitement et la diffusion des informations sur les ressources naturelles.
2. Le développement durable qui prend en compte l'agriculture et l'environnement. L'accent doit être mis sur l'intensification des cultures en privilégiant les intrants locaux notamment les sous-produits agricoles et d'élevage aux dépens du système de cultures itinérantes et extensives consommateurs des terres agricoles.
3. Le programme de restauration des ressources naturelles basé sur la lutte contre l'ensablement, l'érosion éolienne et hydrique des zones sensibles.
4. Le programme institutionnel qui conditionne au niveau organisationnel l'efficacité et la pérennité des programmes précédents. Un accent particulier doit être mis sur le renforcement de la recherche dont les coûts devraient être supportés par l'Etat et les

services bénéficiaires des acquis de la recherche tels que la COTONTCHAD par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

1. Inventaire des ressources Agro-Sylvo-Pastorales du Borkou-Ennedi-Tibesti (BET) - Bureau des Nations Unies pour la région Soudano-Sahélienne - BNNS/UNSO - Agrotechnik - Août 1990
2. Bilan-programme des productions végétales pluviales et irriguées du Tchad, CONACILSS, Septembre 1984
3. Evaluation de la situation de l'alimentation de l'agriculture et de l'élevage - Rapport de mission FAO/PAM multidonateurs - OSRO : Rapport n° 03/85/F.
4. Diagnostic, stratégies et propositions d'action pour un PNCSA au Tchad - FAO - GC/CHD/023/NOR - BIEP - Rapport final - Juin 1994
5. Propositions pour améliorer le fonctionnement de la « filière céréales » - BIEP - RP 177
6. Evaluation de la situation de l'alimentation et de l'agriculture et de l'élevage - Rapport de mission FAO/PAM multidonateurs - Rome, Novembre 1985
7. Données de base sur le secteur agricole, données par pays - FAO, Rome 1995
8. Cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200000 - feuilles de Koumra, Moundou, Abéché, Biltine, Oum-Hadjer, Fort-Lamy, Massenya, Mogrom - G. Bouteyre - ORSTOM, 1965
9. Bilan des campagnes agricoles zones sahélienne et soudanienne 1988/89-1995/96 - DSN/ONDR
10. Réseau érosion, bulletin n°14 : 1944-1994 - ORSTOM - 1996
11. Consultation sectorielle sur l'environnement et la lutte contre la désertification - volume II, diagnostic et stratégies - CTA N'Djaména - Mai 1994
12. Carte pédologique du Tchad à 1/1000000 n°41 vol. 1 - J. Pias, ORSTOM 1970.
13. Evolution de la pluviométrie au Tchad de 1960 à 1990, Békayo N. Derla, - Juillet 1997 : Contribution présentée à l'atelier sur l'évolution climatique - conséquences sur les productions agricoles - sécurité alimentaire - Cotonou (Bénin) du 22-25 Juillet 1997.
14. LARS HEIDEN et GENE LIKENS, 1997 : Pluies acides, in. : Pour la science n° 232, Février 1997, p. 75-78