

Les résultats de ce calcul posent la question de la nature des exploitants ne réalisant pas la culture associée. Pour y répondre, une analyse comparative de 571 producteurs d'arachide a été réalisée à partir des données de l'enquête précédemment citée.

Du point de vue de la structure d'exploitation, il n'a pas pu être observé de différences significatives entre les producteurs d'arachide associée et ceux qui l'emblavent en culture pure.

Toutefois, un certain nombre d'entretiens qualitatifs complémentaires ont permis d'identifier deux facteurs pouvant jouer sur l'adoption d'une culture pure plutôt que d'une culture associée. Ces facteurs sont :

- d'une part, la vocation dévolue à la culture d'arachide : celle-ci bénéficie en effet d'une double vocation de culture vivrière et de culture de rente hautement spéculative⁹. Lorsque la vocation vivrière est privilégiée, c'est en général la culture associée avec une arachide précoce (consommable le plus rapidement possible) qui est choisie, celle-ci ayant par ailleurs l'intérêt d'une diversification alimentaire. Au contraire, lorsque l'arachide est cultivée pour la vente en surplus de la production alimentaire, c'est la productivité qu'offre une arachide pure de cycle long qui est favorisée ;
- d'autre part, les degrés de saturation et de dégradation du foncier : Plus le terroir est saturé, plus les terres sont dégradées, plus un exploitant a intérêt à emblaver une association pour diminuer l'aléa de production et/ou intensifier la production parcellaire. Au contraire, lorsque la disponibilité et l'accessibilité au foncier ne constituent pas un facteur limitant, l'exploitant a intérêt à privilégier la productivité d'une culture pure tant que sa capacité de mobilisation en travail le permet. Bien que les variations individuelles soient importantes, on trouve ainsi dans les zones d'accueil une implantation plus fréquente d'arachide en culture pure chez les producteurs monoactifs prestataires de service.

IV. Potentialités et contraintes propres aux pratiques d'associations pour le développement de systèmes à base de semis direct sous couvert végétal

4.1. Présentation des systèmes à base de SCV

4.1.1. Définition

Par opposition aux systèmes de cultures traditionnels qui laissent le sol nu une partie de l'année, les systèmes de semis direct sous couvert végétal sont basés sur la conduite de cultures dans une couverture permanente du sol constituée de biomasse végétale vivante (plante de couverture) ou morte (paillage)¹⁰. Issue du Brésil, la technique de culture employée à cet effet est la suivante : sans travail du sol préalable, il s'agit d'implanter une culture par semis direct¹¹ dans une couverture végétale ; celle-ci ayant été implantée volontairement au préalable. Conçus comme des systèmes « tournants », les systèmes à base de semis direct sous couvert végétal correspondent à une intensification de la productivité parcellaire basée sur l'accroissement de la durée de couverture du sol, la couverture étant conçue pour apporter à l'exploitant une valorisation connexe (alimentation animale, alimentation humaine, amélioration de la fertilité, etc.).

⁹ très fortes variations de prix intra- et inter-annuelles

¹⁰ Pour plus de précisions, le lecteur pourra se reporter au document suivant : SEGUY L., BOUZINAC S., MARONEZZI A. C., 2001, un dossier du semis direct : systèmes de culture et dynamique de la matière organique

¹¹ Le semis est réalisé par ouverture du « mulch » végétal

4.1.2. Exemples de SCV

A titre illustratif, les tableaux n°9 et 10 ci-dessous schématisent comment deux systèmes traditionnels en zone soudanienne du Tchad pourraient être optimisés dans le cadre d'une alternative basée sur l'emploi de semis direct sous couvert végétal.

Tableau n°9 : schéma d'amélioration SCV de la succession bisannuelle sorgho/coton

Année	Période	Système traditionnel	Système SCV
1	Mai Juin	Brûlis des pailles Labour ou houage Semis du sorgho	Semis direct du sorgho en association avec une graminée fourragère (<i>brachiaria ruziensis</i>)
	Octobre Novembre	Récolte du sorgho Exportation d'une partie des pailles Brûlis précoce éventuel	Récolte du sorgho. Couchage des pailles. Poursuite du développement de la graminée fourragère
2	Février – mars	Sol nu Présence éparse de résidus de récolte	Sol couvert d'une épaisse biomasse végétale encore verte. Pâturage.
	Mai – juin	Brûlis des résidus de récolte et repousses d'adventices Labour à la charrue Semis du coton	Paillage de la parcelle à l'aide de la biomasse résiduelle de <i>brachiaria ruziensis</i> . Contrôle des repousse et semis direct du coton sans brûlis ni travail du sol. Installation du niébé en décalé (45 à 60 JAS du coton)
	Octobre Novembre	Récolte du coton et brûlis des tiges	Récolte du coton Développement du niébé
3	Février mars	Sol nu	Sol couvert d'une biomasse végétale (résidus de paillage, résidus de niébé) Pâturage des parcelles
		Etc.	Etc.

Tableau n°10 : schéma d'amélioration SCV de la succession bisannuelle riz pluvial – sorgho repiqué / maïs

Année	Période	Système traditionnel	Système SCV
1	Mai Juin	Brûlis des pailles Labour ou houage Semis du riz	Semis direct du riz sans brûlis en association avec une arachide précoce implantée de façon décalée (45 jours après le semis du riz)
	Octobre Novembre	Récolte du riz Exportation d'une partie des pailles Installation du Béré-Béré par repiquage	Récolte du riz. Récolte décalée de l'arachide. Installation du Béré-Béré par repiquage dans la biomasse résiduelle, (tiges de riz, fanes d'arachide) en association avec un <i>brachiaria ruziensis</i> implanté par éclats de souches
2	Février – mars	Récolte du Béré-Béré Présence éparse de résidus de récolte	Récolte du Béré-Béré. Sol couvert d'une épaisse biomasse végétale encore verte Pâturage de la parcelle
	Mai - juin	Brûlis des résidus de récolte et repousses d'adventices Labour à la charrue Semis du maïs	Paillage de la parcelle à l'aide des tiges de Béré-Béré et de la biomasse résiduelle de <i>brachiaria ruziensis</i> Contrôle des repousse et semis direct du maïs sans brûlis ni travail du sol Installation décalée d'un mucuna décalé (45 à 60 jours après le semis du coton)
	Septembre octobre	Récolte du maïs	Récolte du maïs. Couchage de pailles Poursuite du développement du mucuna
3	Février mars	Sol nu	Sol couvert d'une biomasse végétale (tiges de céréale, mucuna). Pâturage
		Etc.	Etc.

De nombreux schémas en rotation de ce type sont envisageables, comme par exemple :
Année n : Céréale + implantation en intercalaire d'*Eleusine coracana* (Fonio) dont les graines seront récoltées. La biomasse produite (paille céréale + Eleusine) est conservée au champ.

Année n + 1 : Dans le paillis résiduel et après contrôle des repousses (sarclage ou passage d'un herbicide systémique (type glyphosate), semis de l'association Céréale + *Brachiaria ruziziensis*. La graminée fourragère permettra un meilleur contrôle des adventices et pourra être partiellement pâturée en fin de saison des pluies (ou conservée pour la soudure).

Année n + 2 : semis d'un coton dans le paillis résiduel, après sarclage ou passage d'un herbicide systémique (type paraquat ou glyphosate) associé selon la disponibilité à un herbicide de prélevée sélectif du coton (type diuron).

4.1.3. Avantage et contraintes des systèmes à base de SCV

Sur le plan strictement agronomique, les systèmes de semis direct sous couvert végétal disposent d'un certain nombre d'avantages comparatifs qui sont notamment fonction :

- de la nature de la plante de couverture implantée (plantes criblées sur leur pouvoir de contrôle des adventices, sur la puissance de leurs systèmes racinaires, etc.) ;
- de la quantité de sol couvert.

Ces avantages sont représentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau n°11 et 12 : Avantages agronomiques des systèmes de semis direct sous couvert végétal mort (paillage) ou vivant (plante de couverture)

Nature de l'avantage comparatif	Conduite d'une culture sur paillage
Hydrique	Limitation du ruissellement, d'où amélioration de la lutte contre l'érosion
	Diminution de l'évaporation
	Infiltration de l'eau dans le sol facilitée
	Maintien d'une humidité plus importante et plus longue au niveau du sol, favorisant l'alimentation en eau de la plante cultivée
Thermique	Rôle de tampon thermique du paillage qui permet de limiter les variations de température à la surface du sol
Amélioration de la lutte contre les adventices	La couverture du sol limite le développement des adventices
Amélioration de la nature du sol	Augmentation progressive du taux de matière organique du sol par décomposition continue du paillage

Nature de l'avantage comparatif	Plante de couverture
Hydrique	Limitation du ruissellement, d'où amélioration de la lutte contre l'érosion
Amélioration de la structure du sol	Pour des plantes de couverture à fort système racinaire, labour biologique plus profond qu'un labour mécanique
	Augmentation de la profondeur de sol explorée par les racines
	Effet sur la porosité du sol
Amélioration de la nature du sol	« Pompe biologique » favorisant la circulation des éléments minéraux
	Augmentation progressive du taux de matière organique du sol par décomposition des racines mortes
Amélioration de la lutte contre les adventices	La couverture du sol limite le développement des adventices
	Effet d'ombrage de la plante de couverture
	Effet allélopatique de certaines couvertures

Toujours sur le plan strictement agronomique, les systèmes de semis direct sous couvert végétal peuvent présenter un certain nombre d'inconvénients comparatifs :

- plus grand risque phytosanitaire (conservation d'œufs de parasites, humidité plus élevée corrélée avec un accroissement du risque de développement de champignons) ;

- dans des sols appauvris, risque de concurrence initiale entre la plante principale et la couverture pour l'approvisionnement en éléments minéraux du sol si une fertilisation initiale n'est pas prévue ;
- risque de concurrence entre le développement de la couverture et la culture ;
- sélection d'adventices spécifiques des couvertures introduites.

S'ils sont très performants sur le plan agronomique, les systèmes à base de SCV disposent d'atouts et de contraintes variables sur le plan technique et socio-économique. A titre d'exemple, la conduite de systèmes à base de SCV :

- permet généralement de diminuer la pénibilité du travail en réduisant le nombre de sarclages nécessaires ;
- assure une plus grande souplesse dans l'organisation du travail (étalement des travaux de semis et des premiers sarclages par le maintien de l'humidité du sol sur une période plus longue) ;
- nécessite néanmoins une bonne technicité pour la conduite de la culture dans une plante de couverture qui doit être contrôlée et qui modifie les habitudes de travaux.

Le tableau ci-dessous représente une évaluation de certains systèmes à base de SCV par des exploitants agricoles malgaches.

Tableau n° 13 : Evaluation des systèmes à base de SCV par des exploitants malgaches

Avantages (par ordre d'importance)	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Humidité importante de la couverture ➤ Réduction du nombre de sarclages ➤ Cultures plus précoces ➤ Plantes cultivées plus robustes ➤ Augmentation du rendement ➤ Gain de temps et d'argent liée à l'absence de labour ➤ Absence de nécessité d'un resemis ➤ Diminution de l'arrosage 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paille non disponible en quantité suffisante ➤ Poules, divagation du bétail, feux de brousse ➤ Augmentation de la difficulté du semis (nécessité d'ouvrir la couverture) ➤ Augmentation du nombre d'insectes ravageurs ➤ Travail augmenté par la coupe, le transport et la mise en place du paillage (dans le cadre d'une couverture morte) ➤ Si utilisés, augmentation des coûts phytosanitaires par l'augmentation des coûts de traitement herbicide

4.2. De la pratique des associations végétales au développement de systèmes à base de SCV en zone soudanienne du Tchad : un fossé à franchir ?

En zone soudanienne du Tchad, l'intérêt du développement de systèmes à base de semis direct sous couvert végétal est d'autant plus fort que l'on se situe dans des terroirs où :

- le degré de pression foncière est important : celle-ci conditionne en effet la nécessité d'intensifier et de sécuriser la productivité agricole parcellaire ;
- la pression sur la biomasse végétale pour l'alimentation des cheptels est importante, notamment en saison sèche : celle-ci introduit l'intérêt (alimentaire et économique) de cultiver des plantes fourragères ;
- les processus d'érosion et d'appauvrissement des sols sont avancés : ils entraînent la nécessité de régénérer la fertilité des sols et de résoudre des problèmes agronomiques spécifiques (compaction née de l'appauvrissement en matière organique, ruissellement, etc) ;
- la pression en adventices sur les terres de cultures est devenue difficile à contrôler.

Au delà du facteur terroir, cet intérêt est également fonction des situations individuelles. Deux facteurs peuvent en particulier être cités. Ce sont :

- d'une part le degré de sécurisation foncière, car il conditionne l'intérêt d'investir à moyen terme sur une parcelle ;
- d'autre part le degré du besoin en alimentation animale : la soudure alimentaire en production animale conditionne l'intérêt de mettre en œuvre de systèmes essentiellement à base de plantes fourragères

On conçoit aisément que la connaissance technique liée aux pratiques d'associations culturales constitue un "plus" pour la mise en œuvre de tels systèmes. La plupart des exploitants de la zone soudanienne savent conduire une culture associée, que celle-ci soit implantée de façon simultanée ou en relais. Trois obstacles doivent toutefois être pris en compte pour offrir la possibilité d'un développement de systèmes à base de SCV :

- tout d'abord, ces systèmes sont initialement conçus avec un contrôle de la couverture réalisé à l'aide d'herbicides, or ceux-ci sont à l'heure actuelle très faiblement disponibles en zone soudanienne du Tchad¹².
- ensuite, la nature des associations végétales pratiquées ne se prête pas toujours à leur optimisation sous forme de SCV. C'est par exemple le cas des associations de type arachide / sorgho, dont la production ne permet généralement pas la constitution d'une couverture pérenne suffisante (faible productivité en paille, rapidité de décomposition des fanes d'arachide)
- *last but not the least*, la principale difficulté réside dans la capacité à préserver du brûlis la biomasse parcellaire produite (couverture) en saison sèche.

La couverture pérenne la plus simple à mettre en œuvre, à savoir le paillage des parcelles à l'aide de résidus de récolte produits sur place, donne d'excellents résultats agronomiques en station de recherche. Bien qu'elle puisse permettre de répondre de façon adaptée à certaines problématiques individuelles, sa vulgarisation se heurte à la difficulté de protéger la parcelle du brûlis. L'analyse des pratiques par les fonctions¹³ permet de mettre en évidence plusieurs déterminants de la pratique du brûlis tardif¹⁴ et du brûlis précoce chez les agriculteurs qui le pratique. Certains d'entre eux sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableaux n°14 : Avantages de la pratique de brûlis

AVANTAGES DU BRULIS		
Fonction	Analyse objective	Représentations sociales connexes
Restitution minérale	Il enrichit le sol en éléments minéraux	Le brûlis apporte plus de fertilité au sol que l'incorporation de pailles
Gestion des adventices	Il assure un nettoyage de la parcelle à faible coût en travail	
Protection contre les reptiles et rongeurs	Il fait fuir les rats et les serpents	
Protection phytosanitaire	Le brûlis détruit les œufs de parasites présents dans la parcelle	Le brûlis empêche les bœufs des transhumants de compacter le sol et le transformer en poussière
Chasse	Il permet de lever des animaux à abattre	
Epargne des bœufs de traits (brûlis tardif)	Il permet de limiter la fatigue des bœufs de trait lors du labour	Le brûlis est une exigence des prestataires de service pour le travail du sol
Protection contre les nomades (brûlis précoce)	Il permet d'éviter d'attirer les bœufs des transhumants dans la parcelle pendant la saison sèche	

¹² Il pourrait il est vrai être objecté à ce point qu'il s'agit d'un faux problème, dans la mesure où :

- d'une part, la démonstration de l'intérêt d'une technique assure généralement la diffusion des outils qui lui sont connexes ;
- d'autre part, le contrôle de l'enherbement peut se réaliser manuellement par arrachage voire mécaniquement par le développement de méthodes de sarclage mécanique.

¹³ Fonctions liées à la gestion du potentiel productif de plusieurs ressources mais aussi fonctions connexes

¹⁴ Le brûlis tardif est en général réalisé après les premières pluies pour fixer les cendres sur la parcelle. Il est compatible avec une décomposition relative des pailles pendant la saison sèche.

Dans cet exemple, nous pouvons observer que la pratique du brûlis :

- correspond à la gestion de plusieurs facteurs du potentiel productif du système de production (biomasse végétale, nature du sol) ;
- apporte une réponse efficiente vis-à-vis des contraintes généralement constatées dans les systèmes de production de la zone, à savoir :
 - une faible disponibilité en main d'œuvre ;
 - une absence d'accessibilité à des moyens lourds de travail du sol ;
 - une accessibilité limitée aux intrants et à la matière organique ;
 - des bovins éventuellement présents correspondant d'abord à une épargne sur pieds qu'il importe de préserver de travaux trop pénibles.

La pratique du brûlis correspond en outre à une réponse sociale élaborée sous l'influence :

- d'une pression sociale : exigence des prestataires de services pour le travail du sol, mise à feu des parcelles par les voisins pour la chasse ou pour éviter d'attirer des troupeaux ;
- de représentations collectives inconscientes : « le brûlis apporte plus de fertilité que l'incorporation de pailles au sol¹⁵ » ; « le passage des transhumants sur les parcelles en détruisent la structure (compaction, poussière) »

Pour autant, certains inconvénients synthétisés dans le tableaux ci-dessous peuvent être associés à cette pratique.

Tableau n°15 : Inconvénients d'un brûlis précoce ou tardif

INCONVENIENT DU BRULIS	
Fonction	Analyse objective
Gestion du couvert ligneux	Destruction d'arbustes pouvant être valablement conservés
Structure du sol	Favorise l'érosion éolienne
Restitution minérale	Les cendres s'envolent et font perdre à la parcelle le bénéfice d'une partie de la restitution d'éléments minéraux
Disponibilité en paille	Il diminue la disponibilité en pailles pour d'autres valorisations traditionnelles (seccos, paille de toit, farfares)
Biomasse végétale	Il détruit une richesse fourragère potentiellement valorisable
Biomasse animale	Le brûlis détruit la microfaune des horizons travaillés
Travail	Il entraîne la nécessité d'un travail du sol
Accès aux déjections animales	Il empêche l'accès à la fertilisation des bœufs transhumants

Bien qu'elle soit agronomiquement valable, la réponse « paillage » a pour conséquence une modification profonde des déterminants des systèmes de production.

Elle dispose d'avantages comparatifs mais également d'inconvénients qu'il importe de prendre en compte (cf. tableaux n°16 et 17 page suivante) :

¹⁵ Cela peut s'expliquer par le fait que l'incorporation de pailles au sol entraîne une fin d'azote lors de sa décomposition en éléments minéraux, pouvant se traduire par une fonte des semis.

Tableaux n° 16 et 17 : avantages et inconvénients du paillage.

PAILLAGE (AVANTAGE)		
Fonction	Analyse objective	Représentations sociales connexes
Restitution minérale	Il enrichit le sol en éléments minéraux par la décomposition des tiges	
Gestion des adventices	Il permet de diminuer la pression en adventices au cours du cycle	
Protection hydrique	Il renforce la résistance au stress hydrique en cours de cycle du peuplement végétal sur paillis	
Lutte contre l'érosion	Il permet de diminuer l'érosion hydrique	
Fertilisation organique	Il favorise le passage des nutriments et l'épandage de déjections sur la parcelle	
Travail	Il permet l'abandon du travail du sol et permet de réduire le nombre de sarclage	
PAILLAGE (INCONVENIENTS)		
Fonction	Analyse objective	Représentations sociales connexes
Restitution minérale	Il nécessite un apport complémentaire d'urée pour certaines cultures sensibles à la fin d'azote	Le paillage nécessite l'abandon du travail du sol et une modification du sarclage : le sarclage manuel à la houe n'est plus possible et doit être remplacé par un arrachage manuel. Il nécessite une préservation du couvert végétal.
Protection phytosanitaire	Il favorise le maintien d'œufs et de parasites	
Travail	Il nécessite un travail important pour l'installation. Si les pailles ne sont pas produits sur place, leur transport est pénible.	
Protection contre les feux	Il nécessite une protection contre les feux de brousse et les prédatons extérieures	
Disponibilité en paille	Il diminue la disponibilité en pailles pour d'autres valorisations traditionnelles (seckos, paille de toit, farfares)	
Risque	Il augmente le risque de blessures pour des agriculteurs travaillant pieds nus	
Protection contre de petits animaux	Il attire les rats et les serpents	

Le paillage parcellaire à l'aide de résidus de récolte entraîne des modifications complexes des systèmes de production, tant à l'échelle parcellaire qu'au niveau de l'exploitation ou du terroir villageois.

Nous pouvons également remarquer que la balance entre le système préexistant et le système proposé ne sera pas identique pour l'ensemble des agriculteurs concernés par des problématiques élémentaires similaires.

Des hypothèses peuvent alors être faites quant aux groupes stratégiques d'agriculteurs pour lesquels la solution technique envisagée se révélera adaptée. C'est le rôle de l'action de recherche développement que de déterminer *in fine* si les catégorisations faites se révéleront pertinentes (JP. Olivier de Sardan, 1990).

Un raisonnement par « l'idéal » permet d'imaginer une catégorie virtuelle d'agriculteurs qui pourra être intéressée. Nous pouvons ainsi imaginer ici que le passage d'une pratique de brûlis à une pratique de paillage permanent pourra être idéalement intéressante pour des agriculteurs qui :

- rencontrent un coûteux goulet d'étranglement en travail au moment de la préparation du sol et des sarclages ;
- font une préparation manuelle du sol (houage) ;
- disposent d'une capacité de travail pour l'installation du paillage ;
- rencontrent d'importants problèmes d'érosion hydrique et éolienne ;
- ne craignent pas les rats, les serpents et les blessures ;

- souhaitent attirer des bœufs de troupeaux extérieurs à l'exploitation sur leurs parcelles ;
- sont convaincus que l'apport du paillage pourra être supérieur à celui du brûlis en terme de restitution minérale au sol ;
- sont en mesure d'empêcher que leurs parcelles soient brûlées par des voisins ;
- disposent de produits insecticides et d'un approvisionnement en intrants ;
- n'utilisent pas les tiges pour d'autres usages.

Plus les situations rencontrées sont proches de cette catégorie idéale, plus l'innovation proposée a de chances d'être adoptée. L'adoption de l'innovation proposée dépend au final non seulement de sa capacité de réponse aux problèmes techniques posés mais également de sa capacité d'intégration à un système contraint préexistant.

Conclusion

Dans l'ensemble des zones exondées du sud Tchad, la pratique de l'association végétale apparaît généralisée quel que soit les systèmes de production considérés. Recouvrant des formes extrêmement diverses, sa diffusion s'explique par :

- sa double capacité de réponse à des contraintes transversales de la zone et à des problématiques ou objectifs spécifiques ;
- son intérêt économique tant à l'échelle macroéconomique qu'à l'échelle des exploitations agricoles.

Ces pratiques constituent une connaissance technique préalable appréciable pour la diffusion de systèmes à base de semis direct sous couvert végétal.

Le passage de systèmes de culture centrés sur la culture associée et le brûlis des résidus à des systèmes véritablement "tournants" assurant une couverture permanente du sol se heurte toutefois à un certain nombre de difficultés dont la plus importante réside dans la difficulté à préserver la biomasse végétale produite pendant la saison sèche.

Seule une méthode de développement centrée sur un conseil individuel à l'exploitation agricole (id. utilisant le diagnostic-conseil à l'échelle des problématiques individuelles) doublée d'un diagnostic à l'échelle collective peut assurer dans ce cadre le développement de tels systèmes.

C'est à la recherche qu'il appartient aujourd'hui de développer les outils – en particulier méthodologiques- préalables à la mise en œuvre d'une telle démarche.

BIBLIOGRAPHIE

ARRIVETS et ROLLIN, 2002 : Question 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.

CHARPENTIER H., SEGUY L. et MICHELLON R., Cultures associées, couvertures végétales vivantes ou mortes, in Savanes d'Afrique, terres fertiles ?, 1990

FOVET-RABOT C., WYBRECHT B., 2002, Les associations et les successions de cultures, in Mémento de l'Agronome

GTZ PRO-AGRI, 2002 : Eléments sur les systèmes de production agricole des départements de la Kabbia et du Mayo Dallah

GUIGOU, J., 2003 : Réflexions sur la fertilité au Mali-sud, document non publié.

HAUSWIRTH et NAITOMBAIDE, 2004 : Modes de gestion de la fertilité en zone soudanienne du Tchad, rapport provisoire.

MAGRIN G., 2000 : le Sud du Tchad en mutation : des champs de coton aux sirènes de l'or noir, thèse de doctorat.

NUTTENS, F., 2001 : La zone soudanienne du Tchad, données statistiques compilées dans un CD-ROM publié par l'ONDR / DSN

PAOP, CIRAD/SAR n°81/96, 1996 : Stratégie des producteurs. Exploitation et gestion des ressources naturelles en zone soudanienne.

PIERI C. : Fertilité des terres de savane : bilan de 30 ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara.