

# Résultats du Diagnostic Agronomique 2021 de la production cotonnière au Bénin

*Hervé GUIBERT, O'Neil TAKPA, Moudjaidou SEIDOU, mars 2023*

*Et tous les technicien.ne.s de terrain*

Institut de Recherche sur le Coton (IRC), Pôle Recherche et Innovations,  
Département d'Agronomie



Carré d'observations principales à Bensékou

**IRC** Institut de  
Recherche  
sur  
le Coton



## Liste des sigles et abréviations

AFD	Agence Française de Développement
AIC	Association Interprofessionnelle du Coton
ANPC	Association Nationale des Producteurs de Coton
ATDA1	Agence Territoriale de Développement Agricole-Pôle 1
CARDER	Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural
CEB	Commission des Essais Biologiques
CeCPA	Centre Communal pour la Promotion Agricole
CI	Carré d'irrigation d'appoint
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
COP	Carré d'observations principales
CPE	Centre Permanent d'Expérimentation
CPP	Carré de protection poussée
CRA-CF	Centre de Recherche Agronomique-Coton et Fibre
DA	Diagnostic Agronomique
IRC	Institut de Recherche sur le Coton
CVPC	Coopératives Villageoises des Producteurs de Coton
FUPRO	Fédération des Unions des Producteurs du Bénin
GIFS	Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols
GVPC	Groupements Villageois des Producteurs de Coton
JAS, JAL	Jours Après Semis, Jours Après Levée
INRAB	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
JAL	Jours Après Levée
JAS	Jours Après Semis
LSSEE	Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (INRAB)
LTC	Laboratoire de Technologie et de Caractérisation des Fibres naturelles (CIRAD)
MAEP	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MO	Matière organique

MOS	Matière organique du sol
OBEPAB	Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique
PARCOB	Projet d'Appui à la Recherche Cotonnière du Bénin
PMC	Poids Moyen Capsulaire
PSI-GDT	Plan stratégique d'Investissement sur la Gestion durable des Terres
SoNaMA	Société Nationale de Mécanisation Agricole
TAZCO	Projet d'appui à la Transition Agroécologique dans les Zones Cotonnières au Bénin
TBV	Très Bas Volume
TdT	Technicien.ne.s de terrain du diagnostic Agronomique
UCPC	Unions Communales des Producteurs de Coton

## Table des matières

1	Préambule : étape actuelle dans le recueil et le dépouillement des données du diagnostic agronomique .....	- 11 -
2	Introduction : objectifs et limites d'un diagnostic agronomique .....	- 11 -
2.1	Objectifs généraux du diagnostic agronomique .....	- 11 -
2.2	Objectifs spécifiques .....	- 11 -
2.3	Les limites du diagnostic agronomique .....	- 12 -
3	Matériel et méthodes .....	- 12 -
3.1	Généralités.....	- 12 -
3.2	Échantillon d'étude.....	- 12 -
3.2.1	Différents découpages de la zone cotonnière du Bénin .....	- 12 -
3.2.2	Choix des villages d'études .....	- 13 -
3.2.3	Choix des exploitations.....	- 18 -
3.2.4	Choix des parcelles .....	- 18 -
3.3	Dispositifs d'étude .....	- 19 -
3.4	Données recueillies .....	- 20 -
3.4.1	Données du milieu .....	- 20 -
3.4.2	Données sur les pratiques culturales et la production .....	- 22 -
3.4.3	États culturaux .....	- 22 -
3.4.4	Données sur les exploitations suivies.....	- 23 -
4	Résultats.....	- 23 -
4.1	Caractérisation climatique .....	- 23 -
4.1.1	Pluviométrie.....	- 23 -
4.1.2	Autres caractérisations climatiques .....	- 27 -
4.2	Résultats sur les pratiques des producteurs et leurs écarts avec les recommandations de la recherche.....	- 29 -
4.2.1	Préparation des parcelles .....	- 29 -
4.2.2	Dates et densités de semis.....	- 32 -
4.2.3	Fertilisation organo-minérale .....	- 35 -
4.2.4	Désherbages .....	- 44 -
4.2.5	Traitements insecticides .....	- 47 -
4.2.6	Conclusion sur les pratiques culturales et les écarts avec les recommandations.....	- 54 -
4.3	Productions de coton-graine obtenues.....	- 55 -
4.3.1	Rendements coton-graine observés sur les villages .....	- 55 -

4.3.1	Comparaison des rendements des villages DA avec les rendements de leur commune.....	- 55 -
4.3.2	Comparaison avec les résultats du diagnostic PARCOB 2002.....	- 57 -
4.3.3	Mise en regard des rendements par village et du niveau de respect des recommandations .....	- 58 -
4.3.4	Conclusion sur les productions de coton-graine .....	- 59 -
5	Hiérarchisation des contraintes à la production de coton-graine .....	- 59 -
5.1	Village de Bensékou .....	- 60 -
5.1.1	Corrélations entre le rendement coton-graine et les variables explicatives caractérisant les itinéraires techniques et le milieu .....	- 60 -
5.1.2	Premier groupe de parcelles.....	- 62 -
5.1.3	Deuxième groupe de parcelles .....	- 65 -
5.1.4	Troisième groupe de parcelles .....	- 65 -
5.1.5	Synthèse village .....	- 66 -
5.2	Village de Kokey .....	- 66 -
5.2.1	Corrélations entre le rendement coton-graine et les variables explicatives caractérisant les itinéraires techniques et le milieu .....	- 66 -
5.2.2	Premier groupe de parcelles.....	- 68 -
5.2.3	Deuxième groupe de parcelles .....	- 70 -
5.2.4	Troisième groupe de parcelles .....	- 70 -
5.2.5	Quatrième groupe de parcelles .....	- 70 -
5.2.6	Synthèse village de Kokey.....	- 71 -
5.3	Village de Tchanhoun-Cossi .....	- 71 -
5.3.1	Premier groupe de parcelles.....	- 71 -
5.3.1	Deuxième groupe de parcelles .....	- 73 -
5.3.2	Troisième groupe de parcelles .....	- 73 -
5.3.3	Quatrième groupe de parcelles .....	- 73 -
5.3.4	Synthèse village de Tchanhoun-Cossi.....	- 74 -
5.4	Village de Kominguéa .....	- 74 -
5.5	Village de Bérubouay .....	- 74 -
5.5.1	Premier groupe de parcelles.....	- 74 -
5.5.2	Deuxième groupe de parcelles .....	- 76 -
5.5.3	Troisième groupe de parcelles .....	- 76 -
5.5.4	Synthèse village de Bérubouay .....	- 77 -
5.6	Village de Ouénou.....	- 77 -
5.7	Village de Bougou .....	- 77 -

5.7.1	Premier groupe de parcelles.....	- 79 -
5.7.2	Deuxième groupe de parcelles .....	- 79 -
5.7.3	Troisième groupe de parcelles .....	- 79 -
5.7.4	Synthèse village de Bougou .....	- 80 -
5.8	Village de Kpakpavissa .....	- 80 -
5.8.1	Premier groupe de parcelles.....	- 80 -
5.8.2	Deuxième groupe de parcelles .....	- 82 -
5.8.3	Troisième groupe de parcelles .....	- 82 -
5.8.4	Quatrième groupe de parcelles .....	- 82 -
5.8.5	Synthèse village Kpakpavissa .....	- 83 -
5.9	Village d'Adjozoumné.....	- 83 -
5.10	Synthèse des résultats des 9 villages .....	- 83 -
5.11	Recommandations par rapport aux principales contraintes à la production de coton-graine .....	- 85 -
6	Hiéarchisation des facteurs impactant la qualité de la production cotonnière ..	- 87 -
6.1	Rendement égrenage.....	- 87 -
6.1.1	Variété ANG 956 .....	- 87 -
6.1.2	Variété OKP 768.....	- 87 -
6.1.3	Variété KET .....	- 89 -
6.1.4	Conclusion sur la hiérarchie des facteurs expliquant le rendement égrenage -	90 -
6.2	Seed-index.....	- 90 -
6.2.1	Variété ANG .....	- 90 -
6.2.2	Variété OKP.....	- 90 -
6.2.3	Variété KET .....	- 91 -
6.2.4	Conclusions sur la hiérarchisation des contraintes aux seed-index. -	91
7	Conclusions sur la hiérarchisation des facteurs impactant la qualité du coton-graine .....	- 91 -
8	Perspectives .....	- 91 -

## Liste des tableaux

Tableau 1 : descriptions des différentes zones GDT du Bénin .....	- 15 -
Tableau 2 : villages du diagnostic agronomique de la culture cotonnière du Bénin 2021 .....	- 18 -
Tableau 3 : distances entre stations synoptiques et villages d'étude du diagnostic agronomique.....	- 21 -
Tableau 4 : échelle des cotations d'enherbement.....	- 23 -
Tableau 5 : Type et mode de préparation des sols selon les villages d'étude ...	- 31 -
Tableau 6 : proportion de semis direct en fonction des catégories d'exploitation. -	32 -
Tableau 7 : pratique du ressemis et du démariage par village.....	- 33 -
Tableau 8 pratique du ressemis et du démariage par type d'exploitations.....	- 33 -
Tableau 9 : densités à la récolte obtenues par village .....	- 34 -
Tableau 10 : densités à la récolte obtenues par types d'exploitation .....	- 34 -
Tableau 11 : Recommandations en matière de doses d'engrais sur coton au Bénin -	36 -
Tableau 12 : doses d'engrais composé NPKSB ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) par village, type d'exploitations, fertilité de la parcelle et précocité de semis .....	- 37 -
Tableau 13 : doses d'urée ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) par village, type d'exploitations, fertilité de la parcelle et précocité de semis .....	- 38 -
Tableau 14 : pourcentages et surfaces concernées par des apports organiques -	39 -
Tableau 15 : comparaison des doses d'engrais épandues par les diagnostics PARCOB et IRC .....	- 40 -
Tableau 16 : mode d'application des engrais par village et types d'exploitations. -	41 -
Tableau 17 : pratique des mélanges d'engrais complet et d'urée .....	- 42 -
Tableau 18 : fréquence d'apports fractionnés de l'engrais complet et de l'urée. -	43 -
Tableau 19 : Délais d'application des engrais.....	- 44 -
Tableau 20 : cotations d'enherbements observés par village .....	- 45 -
Tableau 21 : nombre de désherbages réalisés par village.....	- 45 -
Tableau 22 : Nombre et type de désherbages par catégorie d'exploitation .....	- 46 -
Tableau 23 : Nombre et type de désherbages suivant la fertilité de la parcelle . -	46 -
Tableau 24 : fréquence et mode du sarclo-buttage.....	- 47 -
Tableau 25 : préconisations en matière de traitements insecticides .....	- 48 -

Tableau 26 : nombre de traitements insecticides réalisés et début de la protection par village .....	- 48 -
Tableau 27 : nombre de traitements insecticides réalisés et début de la protection par catégories d'exploitations .....	- 49 -
Tableau 28 : nombre de traitements insecticides réalisés et début de la protection en fonction de la précocité de semis .....	- 49 -
Tableau 29 : utilisation du Thalix en dehors de la première fenêtre de traitement-	50 -
Tableau 30 : fréquence d'approvisionnement en produits insecticides sur le marché local .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 31 : doses de produits utilisés par traitement .....	- 52 -
Tableau 32 : types d'appareils de traitements utilisés .....	- 53 -
Tableau 33 : rendements obtenus par village, catégories d'exploitation, catégorie de fertilité des sols, précocité de semis, parcelles en protection poussée et en irrigation d'appoint .....	- 56 -
Tableau 34 : comparaison des rendements des villages DA avec les rendements de leur commune .....	- 57 -
Tableau 35 : comparaison des rendements observés par les diagnostics IRC (2021) et PARCOB (2002) .....	- 58 -
Tableau 36 : rendements moyens obtenus par village et niveau de suivi des recommandations .....	- 58 -
Tableau 37 : corrélations significatives ( $p < 0,05$ ) entre rendement coton-graine et variables caractérisant les itinéraires techniques et le milieu à Bensékou .....	- 61 -
Tableau 38 : corrélations significatives ( $p < 0,05$ ) entre rendement coton-graine et variables caractérisant les itinéraires techniques et le milieu pour le premier groupe de parcelles à Bensékou .....	- 63 -
Tableau 39 : données des itinéraires techniques et de caractérisation du milieu des parcelles du premier groupe à Bensékou .....	- 64 -
Tableau 40 : corrélations significatives ( $p < 0,05$ ) entre rendement coton-graine et variables caractérisant les itinéraires techniques et le milieu à Kokey .....	- 67 -
Tableau 41 : Récapitulatif des variables impactant le rendement dans les villages du diagnostic .....	- 84 -
Tableau 42 : tableau récapitulatif des principales contraintes à la production de coton graine repérées par le diagnostic PARCOB en 2002.....	- 86 -
Tableau 43 : variations des dates de semis et du rendement égrenage observés pour les variétés ANG 956 et OKP 768 .....	- 88 -

## Liste des figures

Figure 1 : carte du zonage du Bénin (d'après Cabinet GECA-PROSPECTIVE) -	14 -
Figure 2 : localisation des villages des suivis du diagnostic agronomique 2021 -	17 -
Figure 3 : dispositifs d'études mis en place sur les parcelles.....	19 -
Figure 4 : pluviométrie décadaire 2021 à Kokey .....	24 -
Figure 5 : pluviométrie décadaire 2021 à Bensékou .....	24 -
Figure 6 : pluviométrie décadaire 2021 à Tchanhoun-Cossi.....	24 -
Figure 7 : pluviométrie décadaire 2021 à Béroubouay.....	25 -
Figure 8 : pluviométrie décadaire 2021 à Bougou.....	25 -
Figure 9 : pluviométrie décadaire 2021 à Ouénou .....	26 -
Figure 10 : pluviométrie décadaire 2021 à Kominguéa .....	26 -
Figure 11 : pluviométrie décadaire 2021 à Kpakpavissa.....	27 -
Figure 12 : pluviométrie décadaire 2021 à Adjozoumné .....	27 -
Figure 13 : Radiations reçues (kw m <sup>-2</sup> ) en 2021 à Cana et Okpara .....	28 -
Figure 14 : calcul de l'eau excédentaire en mm pour deux semis à Kominguéa -	29 -
Figure 15 : calcul de l'eau excédentaire en mm pour deux semis à Adjozoumné -	29 -
-	
Figure 16 : groupes de parcelles en fonction de la date de semis et de la précocité des premiers épandages d'engrais et insecticide à Bensékou .....	62 -
Figure 17 : groupes de parcelles en fonction de la fertilité de la parcelle et des doses d'urée épandues à Kokey .....	69 -
Figure 18 : groupes de parcelles en fonction des doses de NPK épandues et des dates de semis à Tchanhoun-Cossi .....	72 -
Figure 19 : groupes de parcelles en fonction de la fertilité de la parcelle et des dates de semis et du nombre de traitements à Béroubouay .....	75 -
Figure 20 : groupes de parcelles en fonction des dates de semis et des délais de réalisation des premiers épandages d'engrais et d'insecticides à Bougou.....	78 -
Figure 21 : groupes de parcelles en fonction et des délais de réalisation des premiers épandages d'insecticides et des dates de semis Kpakpavissa.....	81 -
Figure 22 : rendement égrenage de la variété OKP 768 en fonction des dates de semis .....	89 -
Figure 23 : rendement égrenage de la variété OKP 768 en fonction des dates de semis .....	89 -

## Liste des photos

Photo 1 : Carré d'observations principales à Bensékou.....	- 1 -
Photo 2 : préparation de l'arrosage d'appoint des carrés d'irrigation par le technicien de terrain à Bensékou .....	- 20 -
Photo 3 : station synoptique installée et sécurisée sur le CPE d'Okpara .....	- 21 -
Photo 4 : pesée de la récolte d'un carré à Bensékou.....	- 22 -
Photo 5 : préparation du sol en billons à AGBADOGBO (Commune de Savalou – Département des Collines) .....	- 30 -
Photo 6 : semis de pois d'Angole en association avec le coton à Adjozoumné .	- 32 -
Photo 7 : coplantage de coton dans le maïs (Adjozoumné) .....	- 35 -
Photo 8 : application d'engrais au poquet à Kokey .....	- 41 -
Photo 9 : différentes buses utilisées par les producteurs dans le village de Kpakpavissa .....	- 54 -

## 1 Préambule : étape actuelle dans le recueil et le dépouillement des données du diagnostic agronomique

Cette note fait suite à la présentation des résultats du DA à l'Atelier Diagnostics de Cotonou<sup>1</sup>, les 13-15 avril 2022. Les analyses par village ont été complétées ici. L'extension des résultats au niveau national nécessite deux préalables : (i) la création de variables caractérisant le contexte climatique et (ii) les résultats d'analyses de sols pour caractériser le milieu édaphique. Ces variables sont indispensables pour comparer les résultats de villages situés du sud au nord du Bénin avec des conditions climatiques et sur des sols de qualités contrastées.

Les variables climatiques en cours de construction prendront en compte le niveau de satisfaction hydrique des cultures au cours du cycle, l'eau excédentaire par rapport au profil racinaire, la radiation solaire reçue pendant le cycle ainsi que le total de degrés-jours reçus.

Les variables des analyses de sol sont celles classiquement réalisées : granulométrie, acidités, matière organique, phosphore assimilable et complexe absorbant.

Les résultats des analyses de la technologie des fibres en cours de réalisation permettront de compléter les résultats au niveau de la qualité des productions.

## 2 Introduction : objectifs et limites d'un diagnostic agronomique

### 2.1 Objectifs généraux du diagnostic agronomique

Le Bénin souhaitant améliorer la productivité de la filière coton en réorganisant la recherche et le développement agricole, il convenait de réaliser un diagnostic agronomique de la culture cotonnière au Bénin pour orienter les actions à mener.

Un DA permet d'atteindre deux objectifs principaux :

- Décrire les pratiques culturales des producteurs et mesurer les écarts avec celles recommandées. Cet état permet déjà d'orienter le conseil agricole sur les pratiques culturales les plus urgentes à améliorer et la recherche pour tester des innovations permettant aux producteurs d'avoir des solutions à leurs contraintes.
- Hiérarchiser les facteurs impactant la production et sa qualité et quantifier leurs effets. Ces analyses doivent permettre également d'orienter les programmes de recherche et du développement agricoles avec des objectifs précis de gains de productivité.

### 2.2 Objectifs spécifiques

OS1 : déterminer les poids respectifs des facteurs climatiques, édaphiques et des pratiques culturales dans l'explication des rendements obtenus en culture cotonnière au Bénin.

---

<sup>1</sup> Résultats préliminaires du Diagnostic Agronomique, Hervé GUIBERT, O'Neil TAKPA, Moudjaidou SEIDOU Et tous les Technicien(ne)s de Terrain. Avril 2022. Atelier diagnostics. Cotonou 13-15 avril 2022. IRC, Cotonou. 49 p.

OS2 : déterminer parmi les pratiques culturales celles qui induisent des états de culture impactant les rendements en coton-graine au Bénin.

OS3 : déterminer parmi les propriétés de sol celles qui impactent le plus les rendements en coton-graine au Bénin.

OS4 : proposer à la recherche et au développement les pratiques culturales à améliorer en priorité pour atteindre les objectifs de rendement escomptés.

### 2.3 Les limites du diagnostic agronomique

Un DA va expliquer les raisons des différences de rendements et de qualité des productions observées dans un groupe de parcelles avec des conditions de culture et des états du milieu différents. Par contre, les analyses se limiteront sur les seules conditions de culture observées dans le milieu. Par exemple, si toutes les parcelles du groupe sont semées à la même date, la date de semis ne sera pas révélée comme un facteur explicatif du rendement, alors qu'il est connu que s'en est un.

Les variables explicatives issues d'un DA sont souvent corrélées entre-elles. C'est le reflet des stratégies des producteurs. Les producteurs ne réalisent pas leurs opérations culturales au hasard, mais le font en privilégiant certaines parcelles plutôt que d'autres.

Cette situation complique la hiérarchisation des contraintes par les méthodes classiques de statistiques (i.e. les régressions linéaires simples ou multiples pas à pas) car des confusions d'effets peuvent provoquer des erreurs d'interprétations.

Par exemple, si les parcelles fertiles sont semées en priorité par les producteurs, il sera impossible de séparer les effets précocité du semis et fertilité de la parcelle. En cas de telles corrélations entre variables, il sera nécessaire de constituer des groupes de parcelles afin que dans chacun des groupes ces corrélations ne subsistent plus avant de poursuivre les analyses pour chacun des groupes ainsi constitués (par exemple 4 groupes de parcelles en fonction de la précocité de semis et de leur fertilité, les parcelles fertiles et semées précocement formant alors le groupe le plus nombreux). Ensuite, pour chaque groupe de parcelles ainsi constitué, des régressions multiples pas à pas pourront être effectuées.

## 3 Matériel et méthodes

### 3.1 Généralités

Le DA a consisté en un suivi des parcelles de coton de la préparation de la culture aux récoltes en relevant les opérations culturales conduites et les états culturaux. Parallèlement des données relatives au milieu ont été recueillies.

### 3.2 Échantillon d'étude

L'étude du DA pendant l'année 2021 a été menée dans 10 villages de la zone cotonnière du Bénin. Ces villages ont été répartis pour représenter les différentes zones agro-climatiques du bassin cotonnier du Bénin.

#### *3.2.1 Différents découpages de la zone cotonnière du Bénin*

. Il est généralement distingué 3 grandes zones climatiques au Bénin :

une zone subéquatoriale au sud (entre les parallèles 6° 30' et 7°00' N) de régime climatique bimodal à deux saisons de pluies ; une zone soudano-guinéenne de transition, localisée au centre du pays entre les parallèles 7° et 10° N à régime climatique à cheval sur les régimes uni-modal et bimodal ; une zone soudanienne au-delà de la latitude 10° N caractérisée par un régime climatique uni-modal à deux saisons (une sèche et une pluvieuse).

La région cotonnière a souvent été partagée en quatre zones : la zone Nord (Départements de l'Alibori et de l'Atacora) ; la zone Centre-Nord (Départements de la Donga et du Borgou), la zone Centre (Département des Collines) et la zone Sud (Départements du Zou, du Plateau, du Mono, du Couffo et de l'Ouémé) correspondant à un découpage en grandes zones climatiques du Sud au Nord. Notons également que l'AIC dispose de trois délégations pour son dispositif d'encadrement : 1) Département de l'Alibori et les communes de Péhunco, Kérou et Kouandé ; 2) l'ouest du Département de l'Atacora et Départements de la Donga et du Borgou ; 3) Centre et Sud Bénin (Départements des Collines, du Zou, du Plateau, du Mono, du Couffo et de l'Ouémé). L'IRC quant à elle dispose de trois antennes : 1) Antenne Sud à Bohicon, l'Antenne Centre-nord de Parakou et l'Antenne Nord de Kandi.

### 3.2.2 *Choix des villages d'études*

Pour le choix des villages d'études du DA, nous nous sommes basés sur le zonage réalisé dans le cadre du plan stratégique d'investissement sur la gestion durable des terres (PSI/GDT) au Bénin<sup>2</sup> (voir Figure 1). Ce zonage a été également la base du choix des terroirs pilote du projet TAZCO. Il définit huit zones (voir Tableau 1) dont 7 concernent des régions où sont produit le coton.

La zone 1 n'a pas fait l'objet de choix de village en raison de problèmes liés à la sécurité. Dans la zones II, deux villages ont été choisis : Kokey et Bensékou ; dans la zone III, les villages de Ouénou et Bérubouay ont été choisis, la zone IV a fait l'objet du choix des deux villages de Tchanhoun-Cossi et de Bougou, la zone V de Kominguéa, Kpakpavissa et Adjozoumné, la zone VI le village de Sinlita (voir Tableau 2 et Figure 2).

---

<sup>2</sup> PLAN STRATEGIQUE D'INVESTISSEMENT SUR LA GESTION DURABLE DES TERRES (PSI/GDT) AU BENIN. Mai 2010 - Réalisé par le Cabinet GECA-PROSPECTIVE Sainte Rita, Lot 1293 tranche K 02 B.P. 1056 Cotonou – BENIN-

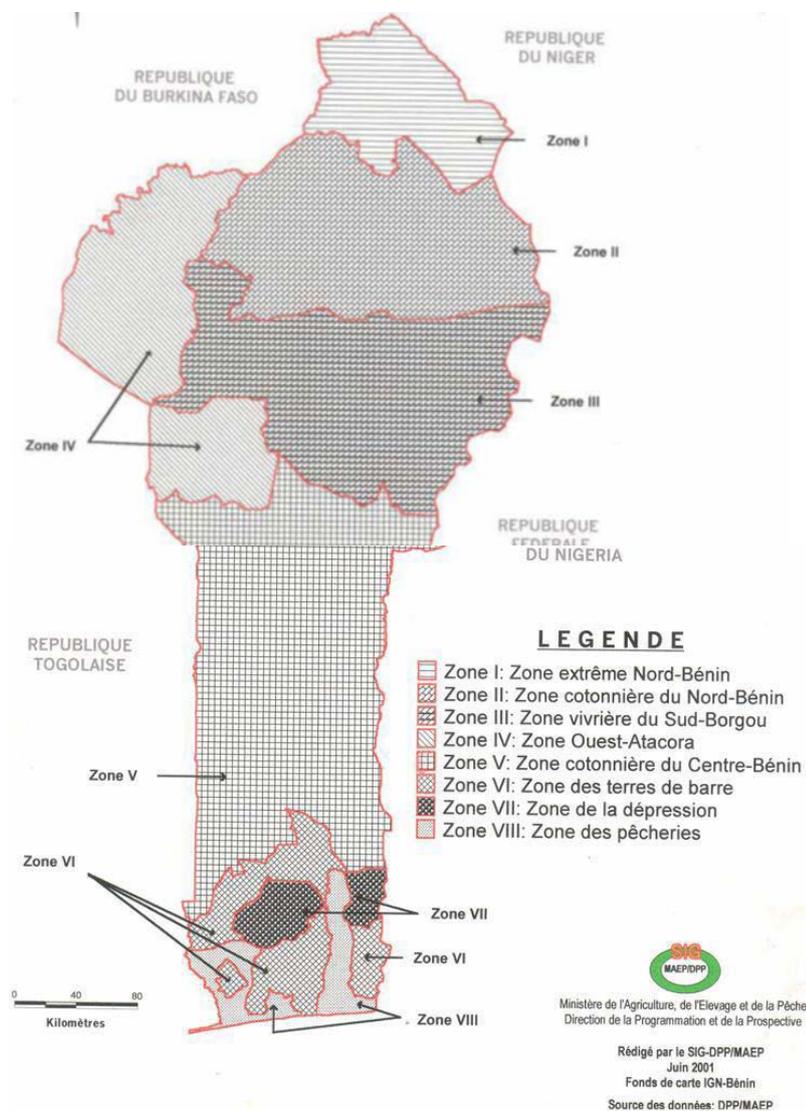
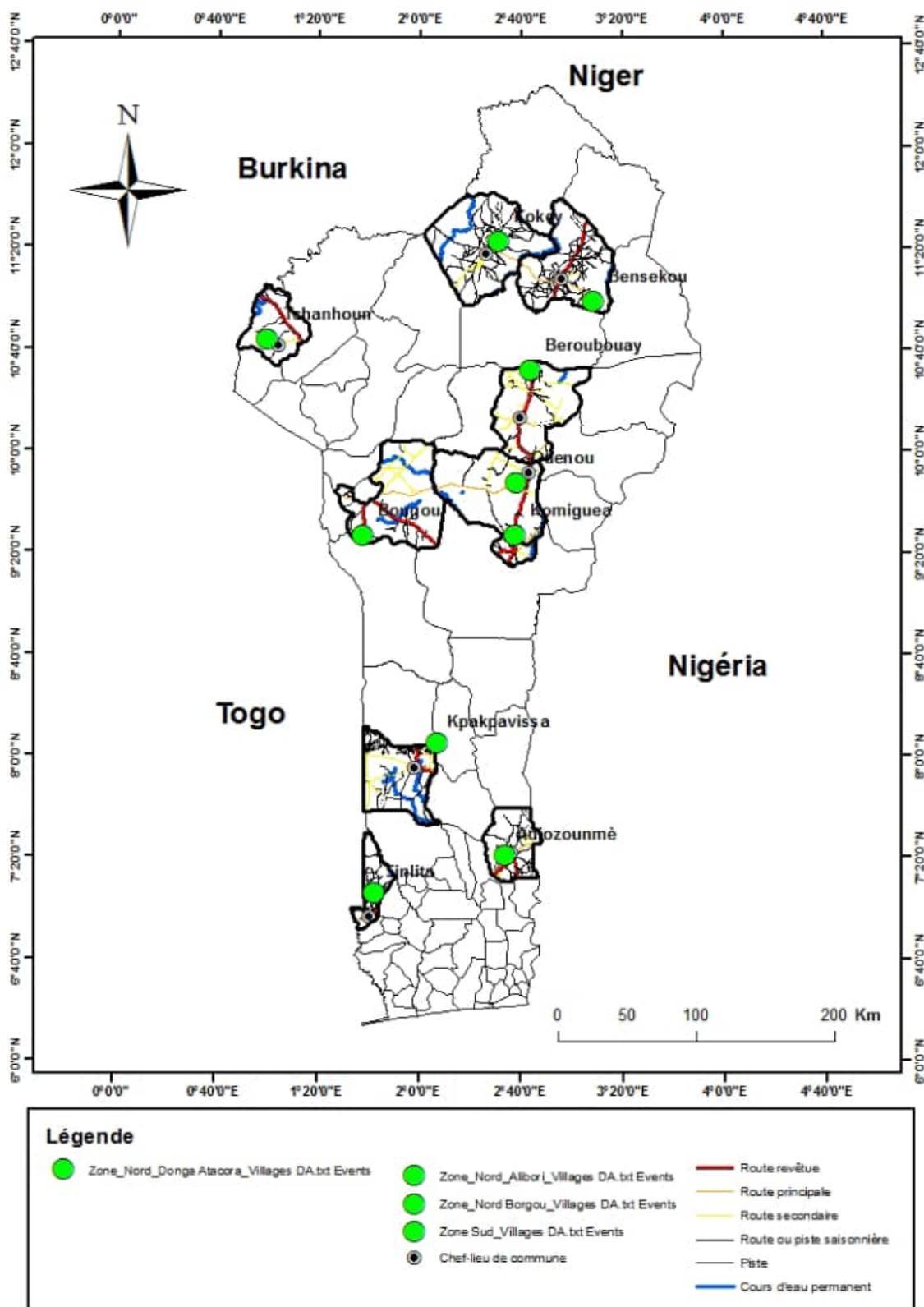


Figure 1 : carte du zonage du Bénin (d'après Cabinet GECA-PROSPECTIVE)

**Tableau 1 : descriptions des différentes zones GDT du Bénin**

Zones agroécologiques	Situation	Rapport avec la GDT
Zone 1 : zone soudano-sahélienne de l'extrême nord (zone extrême Nord du Bénin)	Elle s'étend sur les deux communes de Malanville et de Karimama et couvre environ 6.000 km <sup>2</sup>	Production chaotique ; divagation des bovins et dégâts d'animaux ; Constitution de fortes colonies nigériennes ; Désertification ; Non maîtrise des feux de brousse ; surpâturage ; enclavement ; pratiques culturelles inappropriées
Zone 2 : zone soudanienne du nord-est (zone cotonnière du Nord-Bénin)	Cette zone s'étend sur 20 930 km <sup>2</sup> et recouvre les communes de Banikoara, Kandi, Ségbana, Gogounou dans le département du Borgou, Kérou et l'extrême nord de Kouandé dans celui de l'Atacora.	Déforestation et Dégradation du couvert végétal et érosion très rapide des terres ; Problèmes d'eau ; difficulté d'accès à la nappe d'eau ; défrichements anarchiques ; braconnage dans les zones protégées ; difficulté d'accès à la nappe d'eau Non maîtrise des filières ; enclavement
Zone 3 : zone soudanienne du nord-Bénin (zone de cultures vivrières sud-Borgou)	Elle s'étend sur 23 442 km <sup>2</sup> et est située au sud du département du Borgou (Communes de Kalalé, Sinendé, N'Dali, Nikki, Bembèrèkè, moitié nord de Tchaourou, Parakou) et le centre-est de l'Atacora.	Sols très sensibles au lessivage ; situation mauvaise en eau ; transhumance dans les forêts classées ; implantations de champs et de troupeaux dans les forêts classées ; cours d'eau naturels en partie logés dans les forêts classées
Zone 4 : zone soudanienne du nord-ouest (zone Ouest-Atacora)	Elle s'étend sur 31 200 km <sup>2</sup> et couvre les communes de Ouaké, Djougou, Copargo, Natitingou, Toucountouna, Matéri, Boukoumbé et Tanguiéta	Végétation très dégradée. Sols ferrugineux dégradés avec une réserve en eau faible et une fertilité médiocre. Sols minéraux bruts inaptes à toutes cultures.

Zones agroécologiques	Situation	Rapport avec la GDT
Zone 5 : zone soudano-guinéenne de transition (zone cotonnière du centre Bénin)	Elle couvre environ 16 900 km <sup>2</sup> et abrite les communes de Djidja, Savalou, Dassa-Zoumè, Savè, Ouèssè, Aplahoué, Kétou, Parakou, Tchaourou et Bassila	Zone entièrement occupée par des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris. Dégradation anthropique des sols concrétionnés à fragilité variables. Techniques culturales destructrices. Braconnage. Exploitation frauduleuse de bois dans les forêts classées et déstabilisation des bassins versants
Zone 6 : zone soudano-guinéenne sur terre de barre (zone des terres de barre)	La superficie totale est d'environ 10.500 km <sup>2</sup> . La zone couvre l'ensemble de la zone géologique des "terres de barre".	Sols profonds mais dégradés, avec une capacité de rétention pour l'eau faible ; perte de fertilité des terres et dégradation accentuée des écosystèmes ; insécurité foncière plus prononcée ; fort prélèvement de flore et de faune (pharmacopée traditionnelle).
Zone 7 : Zone soudano-guinéenne sur les vertisols (zone de la dépression)	Elle couvre environ 2 000 km <sup>2</sup> et correspond à la dépression d'argiles gonflantes de la Lama	L'eau disponible dans ces sols est assez faible à cause de la forte énergie avec laquelle le sol retient l'eau ; problèmes de drainage en seconde saison de pluie ; dégradation du couvert végétal ; sols difficiles à travailler ; persistance des pratiques de feux de brousse ; exploitation et carbonisation frauduleuse
Zone 8 : zone sableuse littorale et fluvio-lacustre (zones des pêcheries)	Elle couvre 3.500 km <sup>2</sup> environ et regroupe la bande sableuse côtière et les alluvions fluviales et lacustres du Mono, de l'Ouémé et de l'Atlantique. Elle couvre les communes d'Athiémé, Grand-Popo, Comé, Ouidah, Abomey-Calavi, Sô-Ava, Sèmè-Podji, Aguégoué, Dangbo, Bono et Ouinhi	Sols sableux pauvres en matière organique ; faible capacité d'échange et faible pouvoir de rétention en eau : ils ne peuvent être valorisés que par des espèces pérennes adaptées telles que le cocotier, les eucalyptus, le filao, l' <i>Acacia auriculiformis</i> , l'anacardier etc. ; érosion côtière ; modification des plans d'eau ; inondations ; présence et fragilité des zones humides



Réalisation: SEIDOU Moudjaidou et KORA Ayouba

Figure 2 : localisation des villages des suivis du diagnostic agronomique 2021

**Tableau 2 : villages du diagnostic agronomique de la culture cotonnière du Bénin 2021**

Villages retenus	Département	Commune	Zone PSI-GDT	Notes
Kokey	Alibori	Banikoara	Zone II	Village terroir-pilote TAZCO
Bensékou	Alibori	Kandi	Zone II	Village terroir-pilote TAZCO
Tchanhoun-Cossi	Atacora	Matéri	Zone IV	Ancien village du diagnostic 2002 PARCOB*
Béroubouay	Borgou	Bembèrèkè	Zone III	Ancien village du diagnostic 2002 PARCOB*
Ouénou	Borgou	N'Dali	Zone III	Ancien village du diagnostic 2002 PARCOB*
Bougou	Donga	Djougou	Zone IV	Ancien village du diagnostic 2002 PARCOB*
Kominguéa	Borgou	N'Dali	Zone III	Village terroir-pilote TAZCO
Kpakpavissa	Collines	Savalou	Zone V	Ancien village du diagnostic 2002 PARCOB*
Adjozoumné	Plateau	Kétou	Zone VI	Nouveau village
Sinlita	Couffo	Aplahoué	Zone III	Nouveau village

### 3.2.3 Choix des exploitations

Dans chaque village, 20 exploitations ont été choisies afin de représenter les différents degrés d'adhésion des producteurs à la culture cotonnière. A partir de la liste des producteurs du ou des groupements de producteurs du village, une liste des producteurs du village par importance des surfaces de l'année en culture cotonnière sert de base d'échantillonnage. 4 groupes de même nombre de producteurs sont formés : les Très Gros Producteurs de Coton (TGP), les Gros producteurs (GP), les Moyens Producteurs (PM) et Petits Producteurs (PP). Dans chacun des 4 groupes, 5 exploitations à suivre sont tirées aléatoirement. Les surfaces cultivées en coton des différents groupes diffèrent d'un village à l'autre : dans les villages du sud où la culture cotonnière est faiblement développée, un producteur cultivant 1,5 ha de coton sera un TGP alors qu'il sera un PM ou un PP au nord.

### 3.2.4 Choix des parcelles

Pour chaque exploitation retenue, deux parcelles sont amenées à être suivies selon le jugement de sa fertilité par le producteur : parcelle de bonne ou mauvaise fertilité. Ce classement là encore n'a pas de caractère générique : une parcelle de bonne fertilité dans un village pourra être de mauvaise fertilité dans un autre. Une autre

contrainte dans ce choix a été d'avoir pour chaque village une répartition la mieux équilibrée possible en fonction des précocités de semis.

Ce choix est justifié par l'objectif de bien cerner l'impact de la fertilité des sols et de la date de semis sur la production cotonnière (quantité et qualité) en ayant un dispositif équilibré pour son étude. A contrario, la prérogative d'avoir un échantillon équilibré pour ces deux facteurs ne permet pas de mesurer l'importance de parcelles jugées fertiles ou non ou la proportion par classe de semis réelle dans le village.

### 3.3 Dispositifs d'étude

Un carré dit d'observations principales (COP) est délimité sur chaque parcelle à l'aide de 4 piquets disposés à des distances précises (quinze mètres dans le sens des lignes de semis et comprenant 12 lignes de semis dans le sens perpendiculaire). Un second carré dit de protection poussée (CPP) est également installé sur la parcelle où sera réalisée une protection phytosanitaire poussée (toute les semaines). Au niveau de chaque village, deux carrés d'irrigation (CI) sont mis en place qui recevront une irrigation d'appoint en cas de périodes de sécheresse au cours du cycle (voir Figure 3).

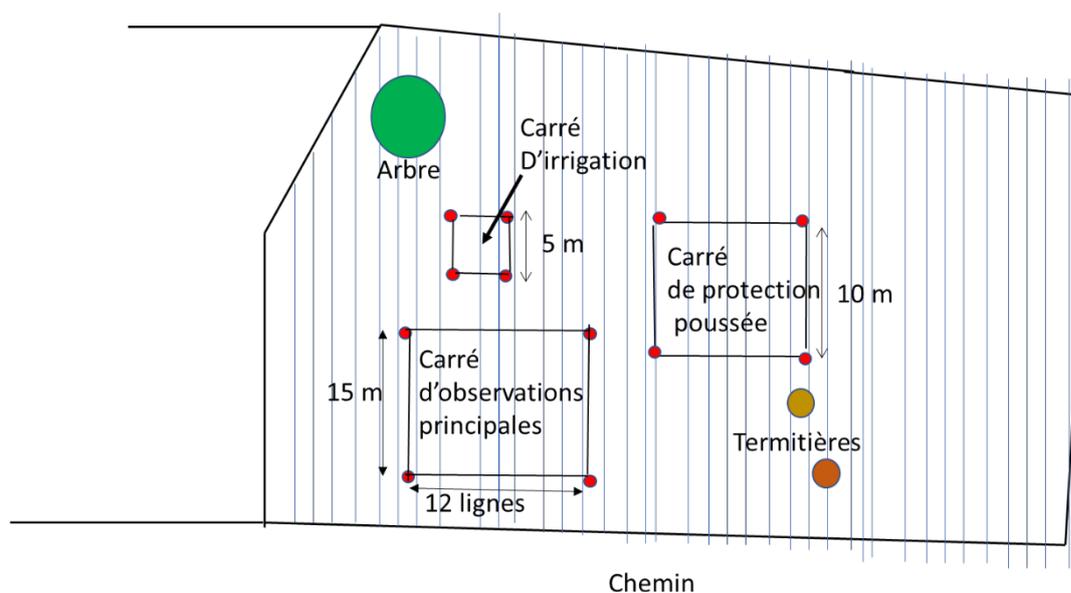


Figure 3 : dispositifs d'études mis en place sur les parcelles

### 3.4 Données recueillies



**Photo 2 : préparation de l'arrosage d'appoint des carrés d'irrigation par le technicien de terrain à Bensékou**

Les données recueillies sont de quatre catégories : les données de milieu, les pratiques culturales et les productions (rendements et qualité), les états culturaux et des données générales de l'exploitation suivie.

#### 3.4.1 *Données du milieu*

Au niveau du village, un pluviomètre relevé chaque jour est installé. 4 stations météorologiques synoptiques ont été également installées sur les CPE de Cana, Savalou, Okpara, Soadou et sur la ferme d'Angaradébou. Les distances de ces stations aux différents villages sont données au Tableau 3.

Les parcelles suivies ont été géoréférencées. Leur surface mesurée au GPS.

Chaque parcelle est caractérisée par un ensemble de données d'observations visuelles : position par rapport à la topo-séquence, importance de la pente, présence d'arbres, de pierres, de termitières et fourmilières, caractérisations visuelles du sol (couleur, texture), présence de cuirasses ou roches à proximité, présence de traces d'érosion, aménagements.

Des prélèvements de sols ont été effectués sur la moitié des parcelles suivies avec la prise de sol pour détermination de la densité apparente de sol. Les échantillons de sol ont été tamisés à 2 mm avec détermination des refus au laboratoire d'Agronomie de Parakou où ont été également effectués les mesures de pH eau et KCl.

Des prélèvements de feuilles ont été faits sur les mêmes parcelles selon le protocole du diagnostic foliaire de Braud<sup>3</sup> pour la détermination des teneurs en éléments minéraux permettant de calculer la fonction phosphore. Les échantillons ont été préparés et envoyés au LSSEE de l'INRAB.

---

<sup>3</sup> M. BRAUD, 1985 Le diagnostic foliaire du cotonnier. Montpellier : CIRAD-IRCT, 25 p.

**Tableau 3 : distances entre stations synoptiques et villages d'étude du diagnostic agronomique**

Station Synoptique	Villages DA à proximité	Distance en ligne droite
CPE Cana	Adjozoumné	62 km
	Sinlita	56 km
CPE Savalou	Kpakpavissa	35 km
CPE Okpara	Bougou	120 km
	Ouénou	57 km
	Kominguéa	30 km
Ferme de Banikoara	Bembèrèkè	91 km
	Kokey	14 km
	Bensékou	85 km
CPE Soadou	Tchanhoun-Cossi	78 km



**Photo 3 : station synoptique installée et sécurisée sur le CPE d'Okpara**

### 3.4.2 Données sur les pratiques culturales et la production

Le suivi a consisté à répertorier toutes les opérations culturales réalisées par le producteur sur la parcelle en notant les dates de réalisation, les types et quantité d'intrants utilisés et les modes d'intervention (appareils utilisés, types de mécanisation et types de propriété). Ce relevé concerne toutes les opérations de la préparation de la parcelle, y compris la culture de premier cycle quand elle existe, jusqu'aux récoltes.

Les comptages et pesées pour la détermination du rendement coton-graine, de la qualité du coton-graine (rendement égrenage pour tous les carrés, qualité de la fibre pour les COP) et les composantes du rendement (détermination de la densité de culture, du nombre de capsules et du PMC) ont été réalisés.

Les récoltes de coton-graine ont été achetées aux producteurs puis transportées à l'antenne de Parakou pour déterminer le rendement égrenage et le seed-index par un égrenage au rouleau. Des échantillons de fibre pour analyses des caractéristiques technologiques (longueurs des fibres – 2,5 et 50% -, uniformité, ténacité, élongation, micronaire, taux de fibres mûres, finesse standard, réflectance et indice de blanc) ont été préparées et envoyées au LTC du CIRAD pour analyses par chaîne HVI (MICROMAT et HVI 1000/700, 4 répétitions, 4 LS/2IM, 4 Rd/b).

### 3.4.3 États culturaux



Photo 4 : pesée de la récolte d'un carré à Bensékou

Des états culturaux ont également fait l'objet d'observations, de mesures ou de comptages sur le carré d'observations principales :

- Longueur moyenne des interlignes.
- Date de levée.
- Comptages de densité à 15, 30 JAS et à la récolte.
- Hauteurs des cultures à 15, 30, 45 JAS et à la récolte.
- Cotations enherbement à 15, 30 45 et 60 JAL selon la méthode CEB (voir ci-après).
- Comptage des shedding physiologique et parasitaire des organes fructifères sur la moitié des COP suivis pendant les mois d'août, septembre et octobre (3 comptages par mois). Les cotations d'enherbements s'effectuent par une note de 0 à 10 selon l'importance de la pression des adventices (voir Tableau 4). Une illustration photographique des enherbements correspondant aux différentes cotations a été fournies aux technicien.e.s de terrain (TdT) dans le but d'avoir une homogénéité des cotations d'un village à l'autre.

**Tableau 4 : échelle des cotations d'enherbement**

Note	Enherbement	Quantité d'herbes	Recouvrement du sol par les mauvaises herbes (%)
0	Total	Cultures complètement envahies	100
1	Total	Herbes en très forte quantité	95
2	Total	Herbes en forte quantité	80
3	Très fort	Herbes très importantes	70
4	Fort	Herbes importantes	50
5	Assez fort	Herbes déjà assez importantes	40
6	Moyen	Herbes en quantité moyenne	25
7	Acceptable	Herbes ne gênant pas encore la culture	10
8	Faible		5
9	Très faible	Herbes encore rares	0 à 2
10	Nul	Herbes très rares Aucune herbe	0

N.B. La base (ce qu'il faut regarder en premier lieu), c'est le % de recouvrement des mauvaises herbes par rapport au sol. Il faut ensuite corriger la note par rapport au volume des mauvaises herbes (leur hauteur), puis également leur importance par rapport à la culture.

### 3.4.4 Données sur les exploitations suivies

Des renseignements généraux ont été recueillis pour chaque exploitation suivie : activités du chef d'exploitation et des membres de sa famille, inventaire de la force de travail, du matériel agricole et des équipements, travail agricole fourni à l'extérieur de l'exploitation, recours à la main d'œuvre extérieure, surface cultivées (cultures annuelles et pérennes) et rotations pratiquées.

Une enquête chez chaque producteur a été menée pour connaître sa façon de réaliser les traitements phytosanitaires : les appareils utilisés, son mode opératoire, ses difficultés rencontrées.

## 4 Résultats

### 4.1 Caractérisation climatique

#### 4.1.1 Pluviométrie

En raison de l'installation tardive des pluviomètres dans certains villages, la pluviométrie a été complétée par des relevés de pluviométrie de station proche.

Les pluviométries décadaires dans les villages d'études sont représentées dans les Figure 4 à Figure 12.

Les cumuls de pluviométrie enregistrés en 2021 sur l'ensemble des villages sont en dessous des valeurs moyennes des dix dernières années. Le début des pluies a été assez précoce mais suivi dans certains villages d'une première poche de sécheresse : la seconde décade du mois de mai à Kokey, la seconde décade du mois de juin à Tchanhoun-Cossi, la première décade du mois de mai à Ouénou, la première décade de juin à Kominguéa. Une seconde poche de sécheresse a été enregistrée sur l'ensemble des villages exceptés les villages situés à l'Ouest du Bénin, Tchanhoun-Cossi et Bougou, et à Kominguéa. En revanche, la saison des pluies s'est prolongée assez tardivement jusqu'en octobre (novembre à Adjzoumné dans le sud de la zone cotonnière).

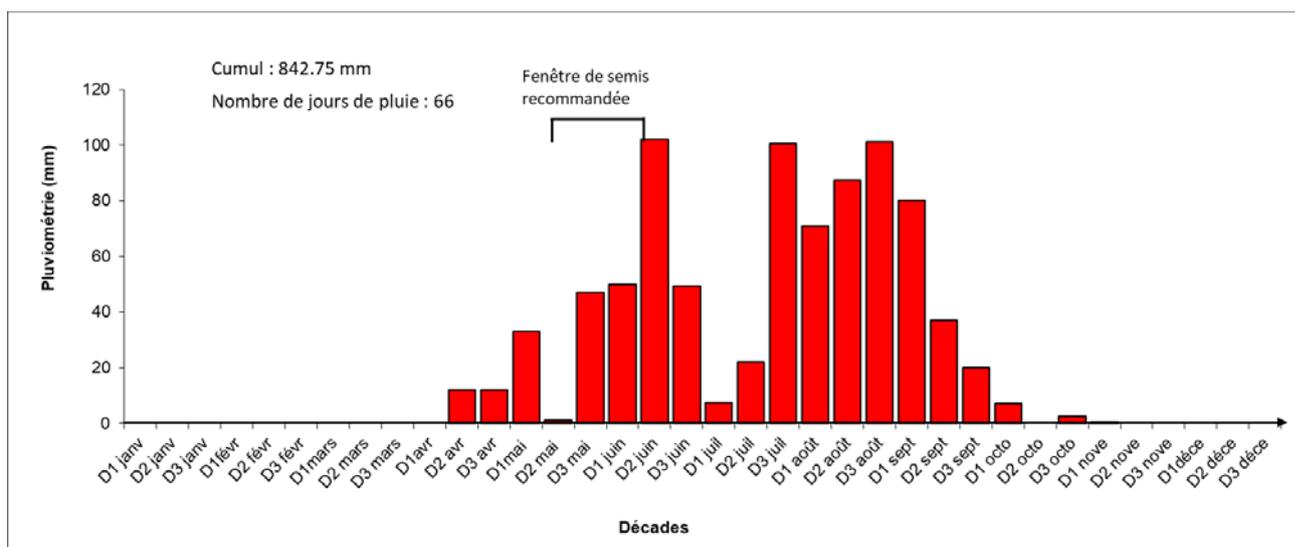


Figure 4 : pluviométrie décadaire 2021 à Kokey

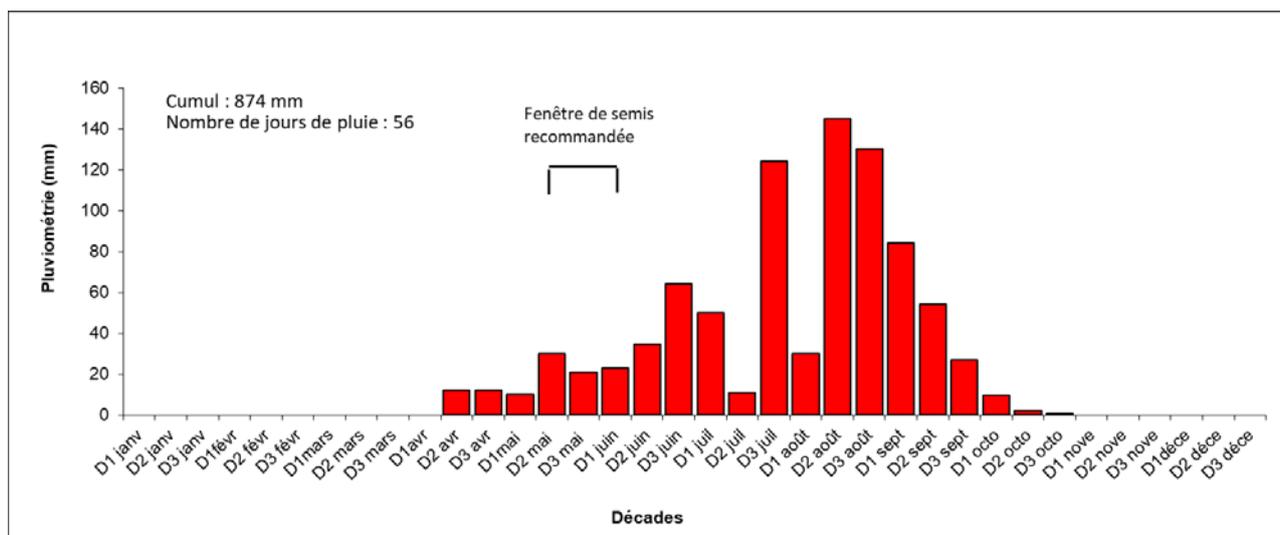


Figure 5 : pluviométrie décadaire 2021 à Bensékou

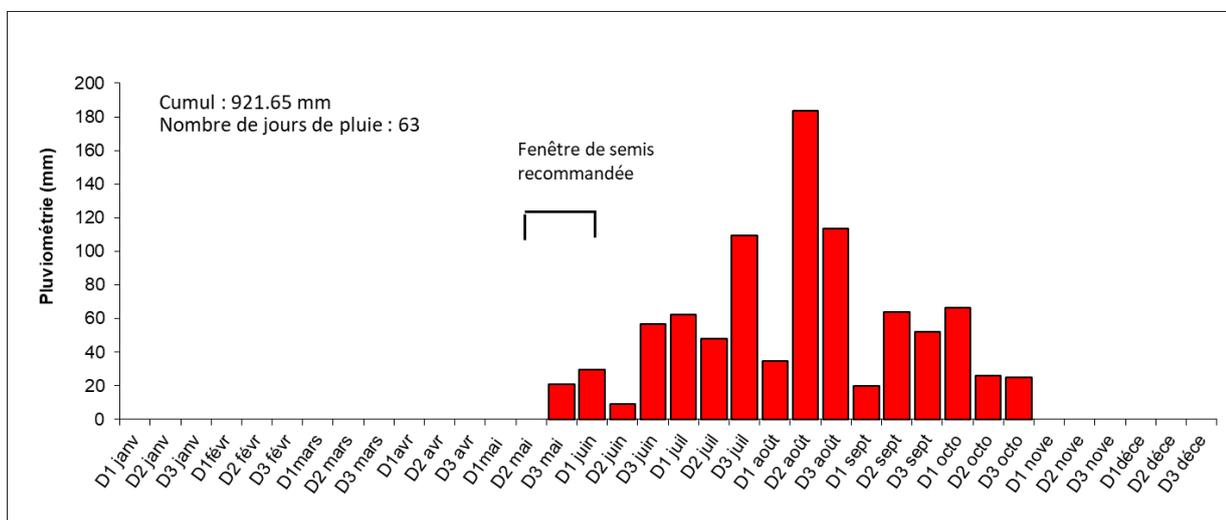


Figure 6 : pluviométrie décadaire 2021 à Tchanhou-Cossi

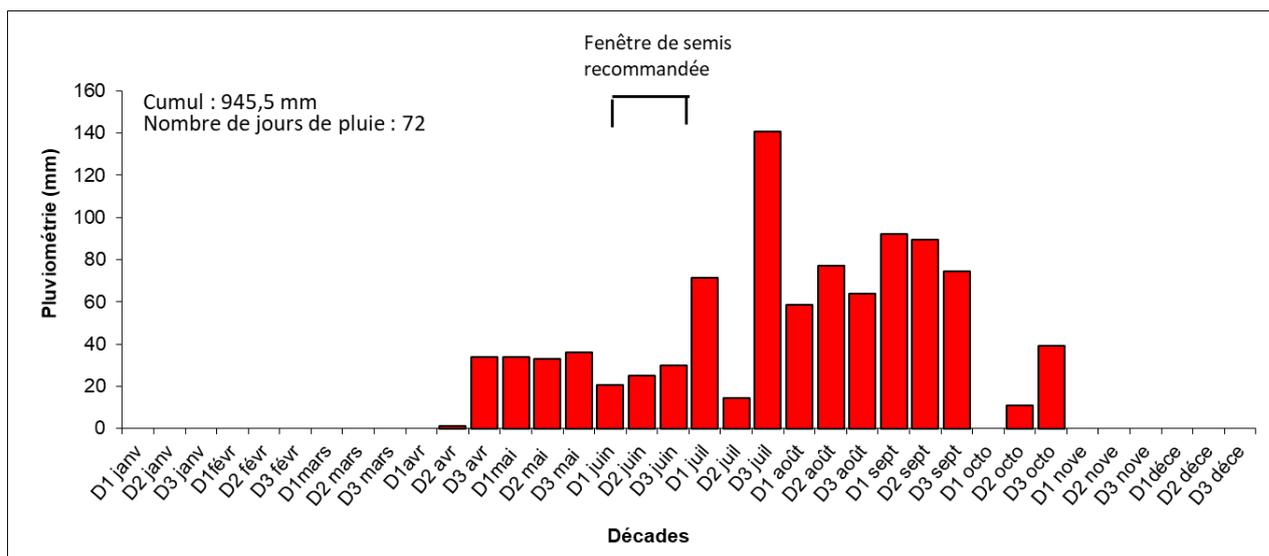


Figure 7 : pluviométrie décadaire 2021 à Bérubouay

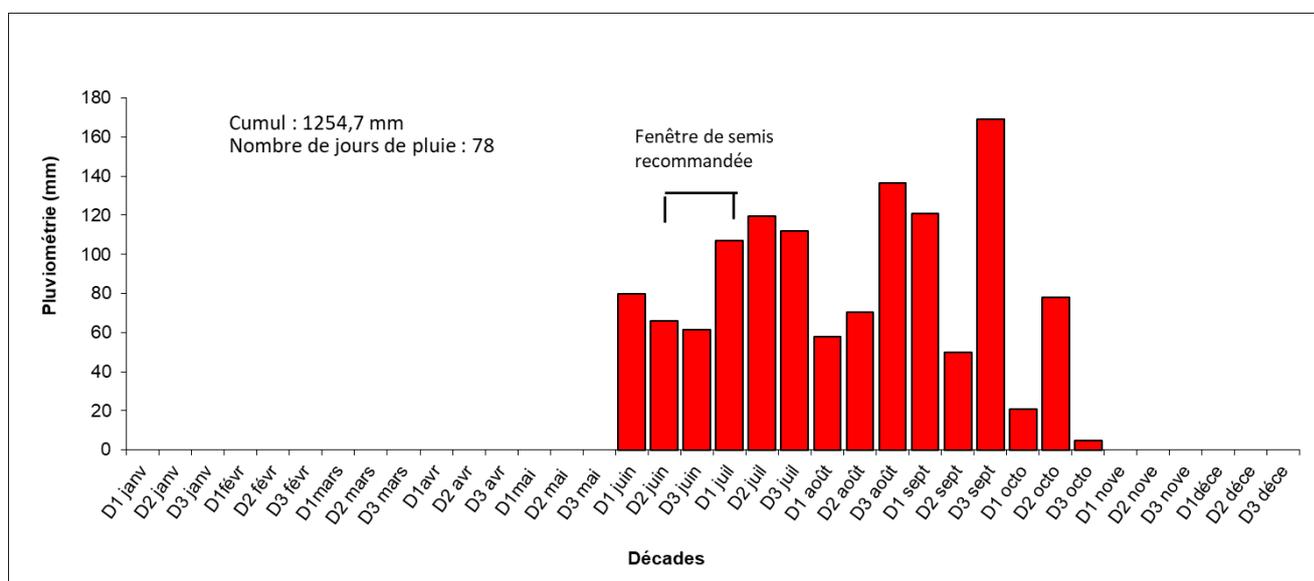


Figure 8 : pluviométrie décadaire 2021 à Bougou

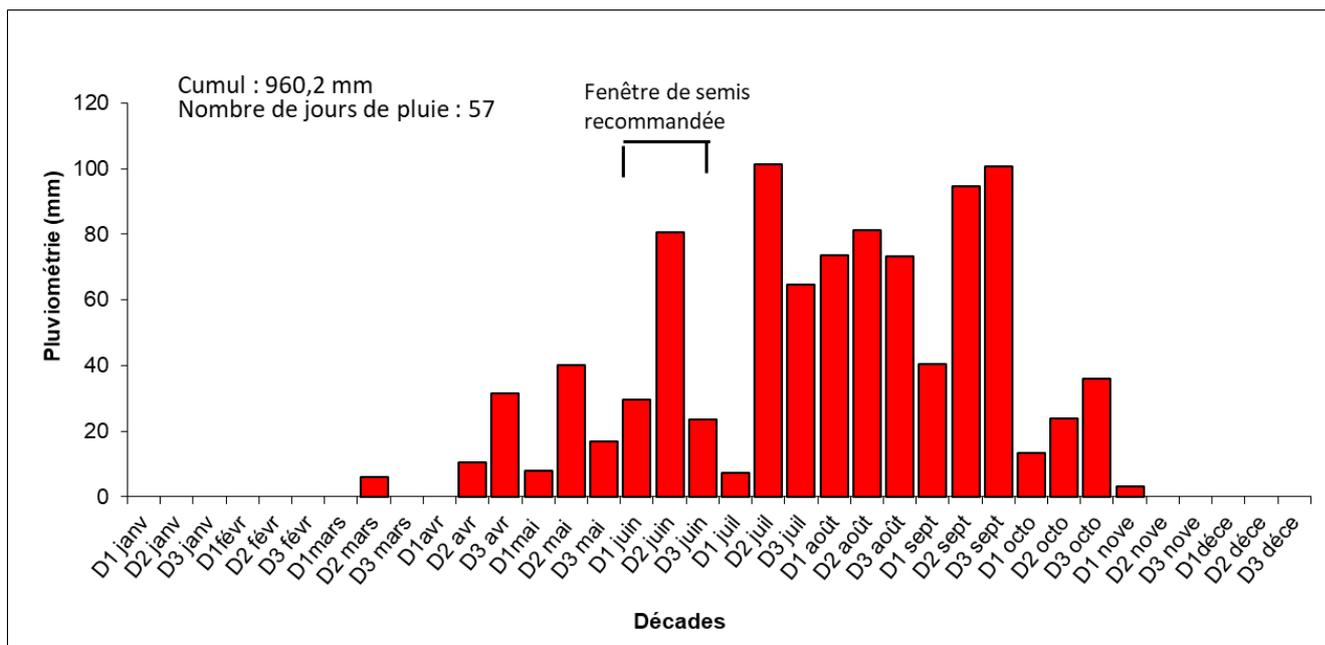


Figure 9 : pluviométrie décadaire 2021 à Ouénou

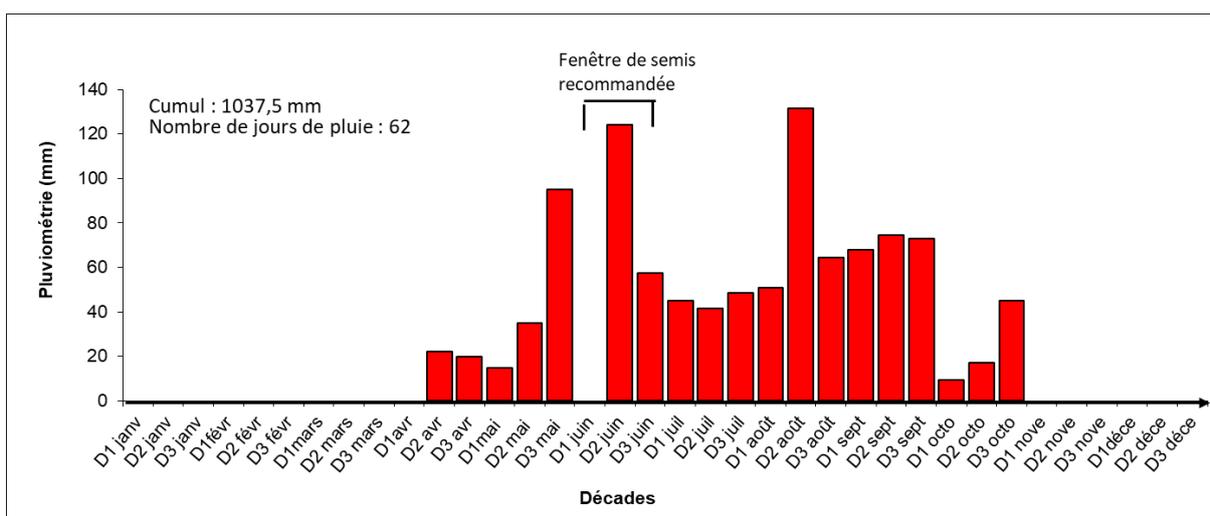


Figure 10 : pluviométrie décadaire 2021 à Kominguéa

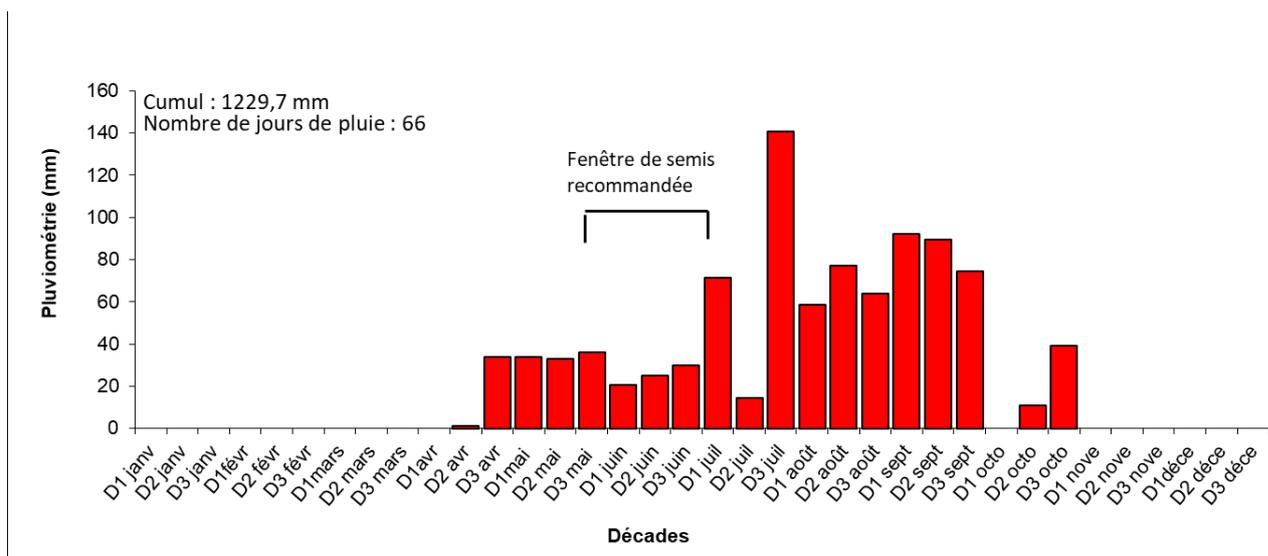


Figure 11 : pluviométrie décadaire 2021 à Kpakpavissa

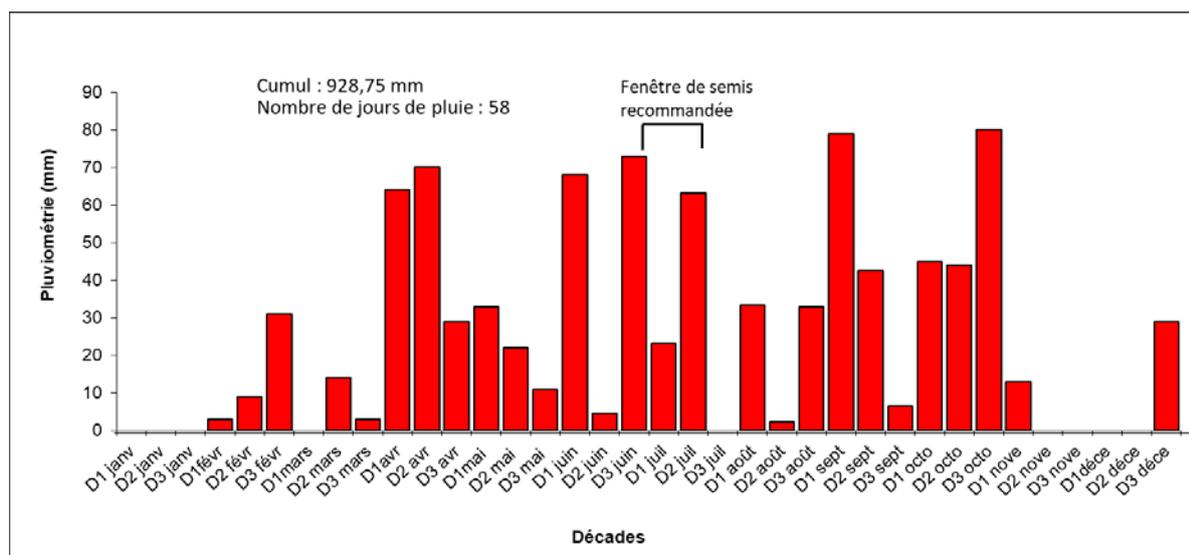


Figure 12 : pluviométrie décadaire 2021 à Adjozoumné

#### 4.1.2 Autres caractérisations climatiques

Les graphes de pluviométrie ci-dessus montrent la diversité des climats dans la zone cotonnière du Bénin, distribution monomodale des pluies au Nord et une distribution qui approche une bimodalité au Sud, mais avec en 2021 quasi absence de petite saison sèche.

Dans ce contexte, une date de semis n'aura pas les mêmes conséquences dans les différents villages. Pour des analyses au niveau national, il importe donc d'avoir des indicateurs de climats plus génériques que la date de semis des parcelles de cotonniers. Ces derniers sont en construction à l'aide du logiciel SARRA-H : il s'agit de

- des coefficients de satisfaction hydrique des cultures aux différents stades du développement du cotonnier dépendant de la date de semis, de la pluviométrie, de l'ETP calculée à partir des données des stations synoptiques et de données du sol caractérisant son fonctionnement hydrique ;
- de la radiation solaire reçue enregistrée par les stations météo synoptiques ;
- de l'importance du « drainage », c'est-à-dire de la quantité d'eau qui est en excédent par rapport au sol où se développent les racines du cotonnier. Cette eau draine dans le meilleur des cas ou peut stagner, provoquant des inondations temporaires en surface ou des engorgements en profondeur. Or des excès d'eau sont néfastes pour le développement du cotonnier. Le calcul s'effectue avec les mêmes données que les coefficients de satisfaction hydrique ;
- la somme des degrés-jours du cycle du cotonnier dépendant du zéro de température du cotonnier, des températures relevés par les stations météo synoptiques et de la date de semis de la parcelle.

À titre d'exemple, la Figure 13 indique la radiation solaire reçue sur les CPE de Cana (proche du village d'Adjozoumné) et d'Okpara (proche du village de Kominguéa). Il est observé une forte chute de la radiation reçue pendant les mois de juillet et d'août due à des jours ennuagés qui limitent la radiation solaire reçue.

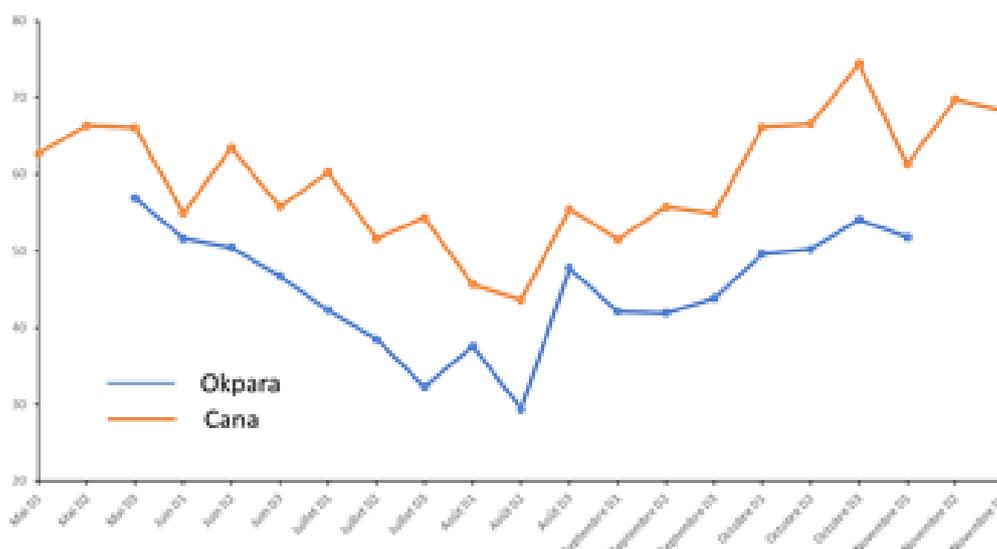


Figure 13 : Radiations reçues (kw m<sup>-2</sup>) en 2021 à Cana et Okpara

Les Figure 14 et Figure 15 indiquent le calcul de l'eau excédentaire pour deux parcelles semées à 10 jours d'intervalle à Adjozoumné et Kominguéa.

Il est à noter la différence importante de cette valeur entre les deux villages. A Kominguéa, ce sont au total sur le cycle plus de 300 mm d'eau qui ont été excédentaires contre 40 à 60 mm à Adjozoumné. La différence de cette valeur pour des semis réalisés à 10 jours d'intervalle est notable à Adjozoumné.

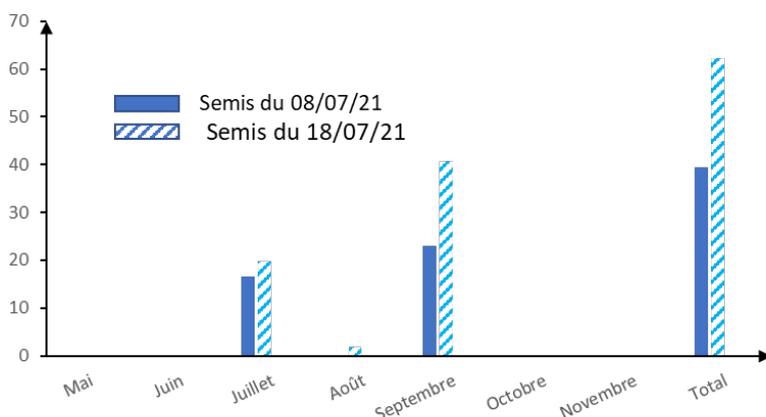


Figure 15 : calcul de l'eau excédentaire en mm pour deux semis à Adjozoumné

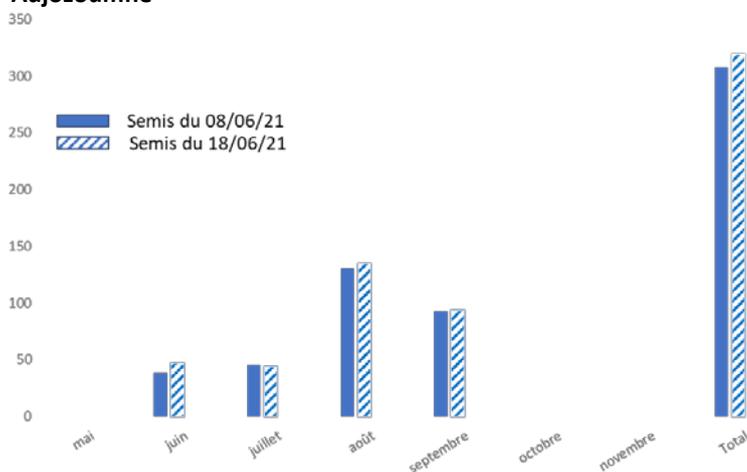


Figure 14 : calcul de l'eau excédentaire en mm pour deux semis à Kominguèa

## 4.2 Résultats sur les pratiques des producteurs et leurs écarts avec les recommandations de la recherche

Ces résultats permettent d'atteindre le premier objectif du DA. Ils seront développés en suivant l'ordre de l'itinéraire technique de la préparation des sols à la récolte

### 4.2.1 Préparation des parcelles

Le Tableau 5 décrit les modes et types de préparations des sols observés. Les résultats sont différents selon les villages d'étude. Le semis direct est quasi-constant au sud de la région cotonnière (le coton étant complanté dans la culture du maïs) et prépondérant dans le village de Djougou. Il est très marginal ailleurs. La préparation en billon est majoritaire, le labour à plat assez peu pratiqué. Au niveau du mode des préparations, les différences sont marquées selon les régions avec une prépondérance de préparations mécanisées au Nord et Centre-Nord de la région cotonnière, en culture attelée majoritairement, et plus marginale au Centre. Le recours au tracteur ou au motoculteur est variable mais de façon générale encore faible.



**Photo 5 : préparation du sol en billons à AGBADOGBO (Commune de Savalou – Département des Collines)**

Les semis directs concernent principalement les petites et moyennes exploitations au Nord et le sud de la région cotonnière. Le cas du village de Djougou où les semis directs sont abondants résulte de faibles capacités de mécanisation.

En résumé, les préparations sont diverses selon les régions. Le semis direct ou les préparations manuelles sont majoritaires au Sud et Centre de la région cotonnière, les préparations mécanisées majoritaires au Nord et Centre-Nord avec une prépondérance de la culture attelée. La préparation en billons est dominante par rapport au labour à plat.

Les préparations motorisées (motoculteurs et tracteurs) restent assez faibles et la marge de progrès avec le projet de mécanisation de la SoNaMA est substantielle. Il faudra néanmoins proposer des préparations motorisées en billons qui reste celle que les producteurs appliquent majoritairement.

**Tableau 5 : Type et mode de préparation des sols selon les villages d'étude**

Commune	Village	Semis direct	Labour à plat*	Confection de billons*	Préparation manuelle*	Préparation en culture attelée*	Préparation au motoculteur*	Préparation au tracteur*	Motoculteur ou tracteur en propriété**
BANIKOARA	KOKEY	13 %	0	100 %	17 %	77 %	6 %	0	100 %
KANDI	BENSEKOU	3 %	5 %	95 %	5 %	68 %	27 %	0	80 %
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	5 %	39 %	61 %	0	13 %	50 %	37 %	24 %
MATERI	TCHANHOUN-COSSE	0	69 %	31 %	0	31 %	0	69 %	0
N'DALI	KOMINGUEA	8 %	62 %	38 %	6 %	38 %	0	56 %	0
N'DALI	OUENOU	3 %	10 %	90 %	5 %	85 %	0	11 %	0
DJOUGOU	BOUGOU	77 %	11 %	89 %	86 %	0	0	14 %	0
SAVALOU	KPAKPAVISSA	0	0	100 %	100 %	0	0	0	-
KETOU	ADJOZOUNNE	93 %	100 %	0	0	0	0	100 %	0
APLAHOUE	SINLITA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

\* Pourcentages par mode de préparation (excepté le semis direct) ; \*\* pourcentages par rapport aux préparations réalisées au motoculteur ou tracteur

La proportion de semis direct selon la catégorie d'exploitations figure au Tableau 6

**Tableau 6 : proportion de semis direct en fonction des catégories d'exploitation**

Commune	Village	TGP*	GP*	PM*	PP*
BANIKOARA	KOKEY	0	0	10 %	30 %
KANDI	BENSEKOU	8 %	0	0	9 %
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	20 %	0	43 %	20 %
MATERI	TCHANHOUN-COSI	0	0	0	0
N'DALI	KOMINGUEA	-	0	33 %**	6 %
N'DALI	OUENOU	0	0	10 %	0
DJOUGOU	BOUGOU	75 %	73 %	94 %	25 %**
SAVALOU	KPAKPAVISSA	0	0	0	0
KETOU	ADJOZOUNNE	95 %	78 %	100 %	100 %
APLAHOUE	SINLITA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

\* TGP : très gros producteur ; GP : gros producteur ; PM : producteur moyen ; PP : petit producteur ; \*\* effectif de la catégorie faible

#### 4.2.2 Dates et densités de semis

Comme mentionné au paragraphe 3.2.4, l'échantillon de parcelles suivis ne permet pas de connaître la répartition réelle des classes de semis existantes dans chaque village.

Tous les semis ont été manuels. Les fréquences des recours aux ressemis et au démariage par village et par catégorie d'exploitations sont donnés dans le Tableau 7 et le Tableau 8.



Photo 6 : semis de pois d'Angole en association avec le coton à Adjozoumné

La fréquence de la pratique des ressemis est faible, parfois nulle dans certains villages (Ouénou et Bensékou). Dans le village de Kokey, elle est généralisée. La pratique du démariage est fréquente sauf à Bensékou. La catégorie d'exploitations n'influence pas ces valeurs.

Les densités à la récolte obtenues sont regroupées au Tableau 9 et au Tableau 10. Une des composantes de la densité est la largeur moyenne des interlignes. Celle recommandée est de 80 cm. Celle observée est

autour de 90 cm au sud, en raison du coplantage du coton dans le maïs et de la présence fréquente de cultures associées. Ailleurs les interlignes ont une largeur comprise entre 70 et 80 cm.

Les densités moyennes par village approchent la recommandation de la recherche pour des parcelles de bonne fertilité (41 667 plants ha<sup>-1</sup>) mais sont en dessous de celle pour des parcelles moyennes (62 500 plants ha<sup>-1</sup>). Le cas de parcelles avec une densité inférieure à 35 000 plants ha<sup>-1</sup> n'est rare notamment à Bensékou où elles dominent. Cela est en adéquation avec la non pratique des ressemis dans ce village. Le type d'exploitation n'influence pas ces valeurs.

**Tableau 7 : pratique du ressemis et du démariage par village**

Commune	Village	% de parcelles avec ressemis	% de parcelles avec démariage	% de parcelles avec ressemis et démariage
BANIKOARA	KOKEY	100	94,9	94,9
KANDI	BENSEKOU	0	20,5	0
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	2,5	77,5	0
MATERI	TCHANHOUN-COSI	20,5	100	20,5
N'DALI	KOMINGUEA	14,3	77,1	14,3
N'DALI	OUENOU	0	80,0	0
DJOUGOU	BOUGOU	32,5	97,5	32,5
SAVALOU	KPAKPAVISSA	12,5	95,0	12,5
KETOU	ADJOZOUNNE	30,8	51,3	15,4
ENSEMBLE		23,7	77,1	21,1

**Tableau 8 pratique du ressemis et du démariage par type d'exploitations**

Types exploitations	% de parcelles avec ressemis	% de parcelles avec démariage	% de parcelles avec ressemis et démariage
TGP*	20,5	78,2	19,2
GP*	27,2	77,8	23,2
PM*	22 ;7	77,3	19,3
PP*	24,3	75,7	22,3

\* Voir légende Tableau 6

**Tableau 9 : densités à la récolte obtenues par village**

Commune	Village	Longueur moyenne interligne (cm)	Moyenne densité village (plants ha <sup>-1</sup> )	% de cas où la densité est < 35 000 plants ha <sup>-1</sup>	% de cas où la densité est entre 41 667 et 62 500 plants ha <sup>-1</sup>
BANIKOARA	KOKEY	78	40 400	32,5	40,0
KANDI	BENSEKOU	73	30 700	70,0	7,5
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	72	45 800	9,5	50,0
MATERI	TCHANHOUN-	70	39 500	35,9	35,9
N'DALI	KOMINGUEA	83	35 400	42,5	12,5
N'DALI	OUENOU	82	37 500	45,0	25,0
DJOUGOU	BOUGOU	79	42 900	12,5	52,5
SAVALOU	KPAKPAVISSA	70	52 500	20,0	47,5
KETOU	ADJOZOUNME	97	48 800	10,3	52,5
ENSEMBLE		85,2	40 300	34,2	34,4

**Tableau 10 : densités à la récolte obtenues par types d'exploitation**

<u>Types exploitations</u>	<u>Densité moyenne à la récolte (plants ha<sup>-1</sup>)</u>	<u>% de cas où la densité est &lt; 35 000 plants ha<sup>-1</sup></u>	<u>% de cas où la densité est entre 41 667 et 62 500 plants ha<sup>-1</sup></u>
TGP*	40 700	34,6	37,2
GP*	42 000	29,3	36,6
PM*	40 700	33,0	44,3
PP*	38 400	37,9	29,1

\* Voir légende Tableau 6



Photo 7 : coplantage de coton dans le maïs (Adjozoumné)

#### 4.2.3 Fertilisation organo-minérale

##### *Doses d'engrais complet NPKSB*

L'engrais complexe vulgarisé est du NPKSB [14-18-18-6-1] à épandre à 15 JAL. Selon la fiche technique, les doses préconisées figurent au Tableau 11.

Les doses effectivement épandues par village, type d'exploitations, fertilité de la parcelle et précocité de semis figurent au Tableau 12,

**Tableau 11 : Recommandations en matière de doses d'engrais sur coton au Bénin**

Zones agroécologiques	Engrais à apporter en kg/ha	
	Engrais coton	Urée
<u>Alibori-Atacora</u>		
semis en culture intensive et précoce	300	50
semis avant le 20 /6	250	50
semis du 20 au 30/6	200	50
semis du 1er au 10/7	150	50
<u>Borgou-Donga</u>		
semis en culture intensive et précoce	300	50
semis avant le 30/6	250	50
semis du 1er au 10/7	200	0
semis du 11 au 20/7	150	0
<u>Collines (sols ferrugineux tropicaux)</u>		
semis en culture intensive et précoce	250	50
semis avant le 10/7	200	50
semis du 10 au 20/7	150	50
semis du 21 au 31/7	100	50
<u>Zou-sud, Mono, Ouémé (terre de barre)</u>		
semis en culture intensive et précoce	250	50
semis avant le 10/7	200	50
semis du 10 au 20/7	150	50
semis du 21 au 31/7	100	50

Les doses moyennes épandues par village ressortent spécifiques au village mais sans rapport avec les préconisations de la fiche technique. Il y a beaucoup moins de variations intra-villageoise.

De façon générale l'engrais complet est sous-dosé. Dans les villages de Kokey et Bougou cependant, la dose moyenne dépasse les 200 kg ha<sup>-1</sup> et est proche à Ouénou. Dans les autres villages, le sous-dosage est général.

Le type d'exploitation n'induit pas des différences importantes et constantes sur les doses épandues et modes d'application. Les grosses exploitations de façon générale ne suivent donc pas mieux les recommandations en matière de doses d'engrais à appliquer.

Les doses moyennes appliquées sur parcelles fertiles ou non fertiles sont analogues. De la même façon il n'y a pas de différences sensibles par rapport à la précocité de semis.

**Tableau 12 : doses d'engrais composé NPKSB (kg ha<sup>-1</sup>) par village, type d'exploitations, fertilité de la parcelle et précocité de semis**

Commune	Village	Ensemble des parcelles	Parcelles des TGP*	Parcelles des GP*	Parcelles des PM*	Parcelles des PP*	Parcelles de bonne fertilité	Parcelles de mauvaise fertilité	Dates de semis précoces	Dates de semis conformes	Date de semis tardives
BANIKOARA	KOKEY	215	214	227	214	227	222	208	-	218	210
KANDI	BENSEKOU	149	146	170	150	140	153	145	146	151	-
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	145	135	187	125	120	141	149	-	137	60
MATERI	TCHANHOUN-COSSI	117	131	120	94	115	112	121	-	124	109
N'DALI	KOMINGUEA	144	-	110	111	154	144	144	138	148	-
N'DALI	OUENOU	193	211	224	168	169	184	201	198	183	-
DJOUGOU	BOUGOU	219	201	214	250	143	211	226	207	225	215
SAVALOU	KPAKPAVISSA	179	214	165	186	161	183	173	171	179	-
KETOU	ADJOZOUNNE	89	98	84	-	90	88	91	92	91	86
APLAHOUE	SINLITA	173	197	177	166	157	171	175	200	168	-

\* Voir légende Tableau 6

**Tableau 13 : doses d'urée (kg ha<sup>-1</sup>) par village, type d'exploitations, fertilité de la parcelle et précocité de semis**

Commune	Village	Ensemble des parcelles	Parcelles des TGP*	Parcelles des GP*	Parcelles des PM*	Parcelles des PP*	Parcelles de bonne fertilité	Parcelles de mauvaise fertilité	Dates de semis précoces	Dates de semis conformes	Date de semis tardives
BANIKOARA	KOKEY	82	86	81	80	82	57	107	-	71	99
KANDI	BENSEKOU	46	47	37	47	40	46	45	46	45	-
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	61	65	74	65	65	62	60	-	60	62
MATERI	TCHANHOUN-COSSI	53	58	51	48	52	53	53	-	55	51
N'DALI	KOMINGUEA	64	-	77	68	61	64	61	63	64	-
N'DALI	OUENOU	49	56	54	39	48	51	48	50	48	-
DJOUGOU	BOUGOU	77	64	74	91	45	65	86	80	77	62
SAVALOU	KPAKPAVISSA	61	62	63	62	63	60	62	91**	58	-
KETOU	ADJOZOUNNE	14	9	14	-	20	13	16	14	15	11
APLAHOUE	SINLITA	71	88	66	78	71	70	72	68	72	-

\* Voir légende Tableau 6 ; \*\* effectif faible

**Tableau 14 : pourcentages et surfaces concernées par des apports organiques**

Commune	Village	Ensemble des parcelles	Parcelles des TGP*	Parcelles des GP*	Parcelles des PM*	Parcelles des PP*	Parcelles de bonne fertilité	Parcelles de mauvaise fertilité	Dates de semis précoces	Dates de semis conformes	Date de semis tardives
BANIKOARA	KOKEY	26 % (13,1 ha)	15 % (1,8 ha)	0	48 % (7,3 ha)	36 % (4,0 ha)	40 % (8,8 ha)	15% (4,2 ha)	-	38 % (31,8 ha)	20 % (2,1 ha)
KANDI	BENSEKOU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MATERI	TCHANHOUN-COSSI	2,5 % (1,2 ha)	0	2,5 % (1,2 ha)	0	0	2,5 % (1,2 ha)	0	0	0	2,5 % (1,2 ha)
N'DALI	KOMINGUEA	23,7 % (15,0 ha)	-	66,7 %** (7,5 ha)	0	21,9 (7,5 ha)	25 % (12,8 ha)	20 % (2,2 ha)	42,9 (11,6 ha)	16 % (3,4 ha)	-
N'DALI	OUENOU	17,5 % (10,3 ha)	10 % (4,1 ha)	0	20 % (3,4 ha)	40 % (2,8 ha)	15 % (2,1 ha)	20 % (8,3 ha)	26,9 % (10,3 ha)	0	-
DJOUGOU	BOUGOU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAVALOU	KPAKPAVISSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KETOU	ADJOZOUNME	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APLAHOUE	SINLITA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

\* Voir légende Tableau 6 ; \*\* effectif faible

### Doses d'urée

Les doses effectivement épandues par village, type d'exploitations, fertilité de la parcelle et précocité de semis figurent au Tableau 13.

Le même effet village est constaté. Les doses sont majoritairement supérieures aux recommandations sauf à Bensékou et surtout à Adjozoumné.

Il n'y a pas de différences entre les doses appliquées par les différentes catégories d'exploitations ou par rapport à la fertilité de la parcelle ou la précocité des semis. On note cependant qu'à Kokey, les semis tardifs et les parcelles moins fertiles reçoivent plus d'urée.

#### Comparaison des doses d'engrais épandues par les diagnostics PARCOB et IRC

Cinq villages étudiés par de DA ont fait l'objet du diagnostic PARCOB en 2002. Les comparaisons des doses d'engrais épandues observées entre 2021 et 2002 figurent au Tableau 15

Les doses d'engrais complets épandues ont augmenté dans la plupart des villages sauf à Tchanhoun-Cossi. Les doses d'urée épandues sont équivalentes entre les deux années.

**Tableau 15 : comparaison des doses d'engrais épandues par les diagnostics PARCOB et IRC**

Commune	Village	Dose moyenne village engrais complet NPKSB		Dose moyenne village urée	
		IRC 2021	PARCOB 2002	IRC 2021	PARCOB 2002
MATERI	TCHANHOUN-COSSI	117	145	53	43
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	145	118	61	53
N'DALI	OUENOU	193	127	49	47
DJOUGOU	BOUGOU	219	195	77	101
SAVALOU	KPAKPAVISSA	224	179	76	115
Ensemble 5 villages		180	153	63	72

#### Mode application des engrais minéraux

Le Tableau 16 décrit le mode d'application des engrais. L'application des engrais à la volée est majoritaire. Il n'y a pas de différences entre type d'exploitations.

Du fait des désherbages par herbicides, la première application d'engrais est rarement enfouie par un sarclage

Dans 25 % des cas, il n'y a pas de sarclages.

Dans les 75 % des cas où un sarclage mécanique suit l'épandage le délai moyen entre les deux opérations est de 24 jours. Les cas où les deux opérations sont concomitantes sont au nombre de 9 (3% sur l'ensemble des parcelles), les cas où le délai entre les deux opérations sont inférieurs à 4 jours sont au nombre de 22 (6 %).



L'épandage de l'urée (ou mélange urée/engrais complet) est par contre souvent enfoui par le buttage.

Photo 8 : application d'engrais au poquet à Kokey

Tableau 16 : mode d'application des engrais par village et types d'exploitations

Village	Application à la volée					Application au poquet				
	% de cas ensemble Village	Nom- bre de cas pour les TGP*	Nom- bre de cas pour les GP*	Nom- bre de cas pour les PM*	Nom- bre de cas pour les PP*	% de cas ensemble village	Nom- bre de cas pour les TGP*	Nom- bre de cas pour les GP*	Nom- bre de cas pour les PM*	Nom- bre de cas pour les PP*
KOKEY	95,0	80	100	100	100	5,0	20	0	0	0
BENSEKOU	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
BEROUBOUAY	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
TCHANHOUN- COSSI	97,5	91,7	100	100	100	2,5	8,3	0	0	0
KOMINGUEA	95,0	-	100	100	93,3	5,0	-	0	0	6,5
OUENOU	97,5	100	100	90,0	100	2,5	0	10,0	0	0
BOUGOU	77,5	50	100	88,2	25	11,5	50	0	11,8	75
KPAKPAVISSA	97,5	100	100	92,9	100	2,5	0	0	7,1	0
ADJOZOUNNE	62,9	25	72,2	66,7	100	37,1	75	27,8	33,3	0
SINLITA	93,8	100	87,5	100	87,5	6,3	0	12,5	0	12,5

\* Voir légende Tableau 6

Le Tableau 17 décrit une pratique répandue d'application de mélange d'engrais complet et d'urée qui intervient dans plus de la moitié des cas. Selon le village, cette pratique intervient de 40 à 90 % des cas. Chez les petites et moyennes, cette pratique est généralement plus répandue.

**Tableau 17 : pratique des mélanges d'engrais complet et d'urée**

Village	Application NPKSB et urée en mélange					Applications NPKSB et urée séparées				
	% de cas ensemble village (% surface concernée)	Nombre de cas pour les TGP*	Nombre de cas pour les GP*	Nombre de cas pour les PM*	Nombre de cas pour les PP*	% de cas ensemble village (% surface concernée)	Nombre de cas pour les TGP*	Nombre de cas pour les GP*	Nombre de cas pour les PM*	Nombre de cas pour les PP*
KOKEY	52,9 (58,9)	42,9 (65,7)	40,0 (39,7)	62,5 (84,1)	66,7 (41,0)	47,1 (41,1)	57,1 (34,3)	60,0 (60,3)	37,5 (15,9)	33,3 (59,0)
BENSEKOU	61,5 (72,4)	69,2 (74,7)	100 (100)	66,7 (79,2)	36,4 (44,7)	38,5 (27,6)	30,8 (25,3)	0 (0)	33,3 (20,8)	63,6 (55,3)
BEROUBOUAY	57,5 (59,2)	63,6 (71,3)	50,0 (43,0)	100 (100)	30,0 (27,6)	42,5 (40,8)	36,4 (28,7)	50,0 (57,0)	0 (0)	70,0 (72,4)
TCHANHOUN-COSSI	80,0 (77,6)	83,3 (75,2)	75,0 (75,9)	87,5 (87,3)	75,0 (74,5)	20,0 (22,4)	16,7 (24,8)	25,0 (24,1)	12,5 (12,7)	25,0 (25,5)
KOMINGUEA	51,3 (37,3)	-	0 (0)	40,0 (29,3)	60,0 (60,1)	48,7 (62,7)	-	100 (100)	60,0 (70,7)	40,0 (39,9)
OUENOU	41,0 (48,0)	40,0 (59,1)	40,0 (49,4)	22,2 (27,5)	60,0 (58,6)	59,0 (52,0)	60,0 (40,9)	60,0 (50,6)	77,8 (72,5)	40 (41,4)
BOUGOU	70,0 (67,2)	87,5 (89,3)	72,7 (70,4)	58,8 (45,2)	75 (76,4)	30,0 (32,8)	12,5 (10,7)	27,3 (29,6)	41,2 (54,8)	25 (23,6)
KPAKPAVISSA	52,5 (59,1)	100 (100)	0 (0)	49,2 (59,7)	64,3 (69,2)	47,5 (40,9)	0 (0)	100 (100)	57,1 (40,3)	35,7 (30,8)
ADJOZOUNNE	90,0 (84,1)	66,7 (48,3)	90,9 (87,9)	100 (100)	100 (100)	10,0 (15,9)	33,3 (51,7)	9,1 (12,1)	0 (0)	0 (0)
SINLITA	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)

\* Voir légende Tableau 6

Parallèlement au mélange des engrais, une pratique aussi répandue est l'apport fractionné de l'engrais complet (Tableau 18) et plus exceptionnellement celui de l'urée. Après avoir effectué le premier apport d'engrais, s'il lui reste de l'engrais complet, le producteur va l'épandre sur certaines parcelles au développement en peine.

La fréquence de cette pratique est très variable suivant les villages. La catégorie d'exploitation ne l'influence pas.

**Tableau 18 : fréquence d'apports fractionnés de l'engrais complet et de l'urée**

Village	Fréquence d'application fractionné de l'engrais complet NPKSB (% de cas)					Fréquence d'application fractionné de l'urée (% de cas)
	Fréquence ensemble village	Fréquence pour les TGP*	Fréquence pour les GP*	Fréquence pour les PM*	Fréquence pour les PP*	Fréquence ensemble village
KOKEY	15,0	0	30,0	9,1	11,1	2,5
BENSEKOU	45,0	46,2	0	41,7	63,6	5,0
BEREROUAY	2,5	9,1	0	0	0	0
TCHANHOUN-COSSI	0	0	0	0	0	5,0
KOMINGUEA	37,5	-	0	40,0	41,9	0
OUENOU	50,0	60,0	60,0	60,0	40,0	5,0
BOUGOU	0	0	0	0	0	0
KPAKPAVISSA	7,5	0	16,7	7,1	7,1	0
ADJOZOUNNE	2,9	12,5	0	0	0	0
SINLITA	37,5	20,0	37,5	50,0	40,0	2,9

#### *Délais d'épandage des engrais minéraux*

Les délais d'application des engrais figurent au Tableau 19. La fiche technique préconise un délai d'épandage de l'engrais complet à 15 JAS et de l'urée à 40 JAS.

Les délais du premier épandage d'engrais (engrais complet ou mélange engrais complet et urée) sont toujours supérieurs aux recommandations, variables suivant le village avec souvent un écart important.

Les délais du second épandage d'engrais (urée mélange engrais complet et urée) sont plus proches des recommandations avec des variations selon les villages.

Les catégories d'exploitations n'influencent pas ces valeurs.

#### *Fertilisation organique*

Le pourcentage de parcelles et les surfaces ayant reçu un apport organique par village, type exploitation, niveau de fertilité de la parcelle et précocité de semis figurent au Tableau 14. Les apports organiques sont de plusieurs natures : parcage en saison sèche, apport de compost ou fumier, apports de biomasse végétale.

Les apports organiques concernent seulement 4 villages, situés dans la zone nord (présence de cheptel plus important).

Ils sont effectués majoritairement par les petites ou moyennes exploitations, sur semis précoces ou conformes aux fenêtres préconisées et indifféremment sur parcelles de bonne ou mauvaise fertilité.

La fertilisation organique est donc assez marginale.

**Tableau 19 : Délais d'application des engrais**

Village	Délais d'application de la première application d'engrais (engrais complet ou mélange) (JAL)					Délais d'application de la seconde application d'engrais (urée ou mélange) (JAL)				
	Moyen- ne village	Moyen- ne pour les TGP*	Moyen- ne pour les GP*	Moyen- ne pour les PM*	Moyen- ne pour les PP*	Moyen- ne village	Moyen- ne pour les TGP*	Moyen- ne pour les GP*	Moyen- ne pour les PM*	Moyen- ne pour les PP*
<b>KOKEY</b>	36	39	33	33	39	48	49	46	33	56
<b>BENSEKOU</b>	44	44	50	41	44	59	57	-	56	63
<b>BEROUBOUAY</b>	34	31	34	44	30	43	39	46	44	42
<b>TCHANHOUN- COSSI</b>	38	39	40	35	38	58	54	59	56	65
<b>KOMINGUEA</b>	26	-	28	24	26	43	-	52	47	41
<b>OUENOU</b>	35	29	43	33	36	39	34	46	36	41
<b>BOUGOU</b>	18	15	16	21	16	38	37	38	38	38
<b>KPAKPAVISSA</b>	35	38	34	39	30	42	38	47	41	44
<b>ADJOZOUNNE</b>	34	24	33	47	33	43	44	43	48	35
<b>SINLITA</b>	17	16	23	14	19	29	31	31	29	27

\* Voir légende Tableau 6

#### 4.2.4 Désherbages

##### Généralités

Les résultats des cotations d'enherbement par village figurent au Tableau 20. Le niveau d'enherbement est assez correct sur le cycle, entre les notes 6 et 8. L'enherbement à 15 JAL tourne autour de la note 8 sauf à Bensékou, Béroubouay, Ouénou et Tchanhoun-Cossi où les notes vont de 5 à 6,5. L'enherbement est plus important à 30 JAL.

Le nombre de désherbages (herbicidages et sarclages mécaniques y compris le sarclo-buttage) par village figure au Tableau 21. Le nombre de désherbages est important en moyenne et varie peu par village de 3 à plus de 5. Les sarclages mécaniques sont plus nombreux. Le nombre et type de désherbage ne varient pas en fonction de la catégorie d'exploitation (Tableau 22). Les parcelles de bonne fertilité sont un peu plus souvent sarclées (Tableau 23). Sur celles-ci, les adventices peuvent se développer plus rapidement.

**Tableau 20 : cotations d'enherbements observés par village**

Village	Moyenne des cotations d'enherbement à 15, 30 et 45 jours après levée (JAL)	Moyenne des cotations d'enherbement à 15 JAL	Moyenne des cotations d'enherbement à 30 JAL	Moyenne des cotations d'enherbement à 45 JAL
KOKEY	7,6	8,2	7,0	7,6
BENSEKOU	6,2	6,7	5,6	6,3
BEROUBOUAY	5,1	6,7	4,2	4,5
TCHANHOUN-COSSI	6,3	6,4	6,0	6,6
KOMINGUEA	7,4	7,9	7,1	7,3
OUENOU	6,4	6,2	6,2	6,7
BOUGOU	7,3	7,3	7,0	7,5
KPAKPAVISSA	8,3	8,5	8,0	8,5
ADJOZOUNNE	7,7	7,1	7,9	8,1
SINLITA	7,6.	7,9.	7,3	n.d.

**Tableau 21 : nombre de désherbages réalisés par village**

Village	Nombre moyen de désherbages par parcelle	Nombre moyen de sarclages mécaniques	Nombre moyen désherbage chimiques
KOKEY	3,6	1,7	1,9
BENSEKOU	4,4	2,1	2,3
BEROUBOUAY	3,1	1,7	1,4
TCHANHOUN-COSSI	4,3	2,3	2,0
KOMINGUEA	5,4	3,1	2,4
OUENOU	4,9	3,2	1,7
BOUGOU	3,7	2,0	1,7
KPAKPAVISSA	3,5	1,4	2,1
ADJOZOUNNE	3,1	2,4	0,7
ENSEMBLE	4,0	2,2	1,8

Tableau 22 : Nombre et type de désherbages par catégorie d'exploitation

Catégories d'exploitations	Nombre moyen de désherbages par parcelle	Nombre moyen de sarclages manuels	Nombre moyen Désherbage chimiques
TGP*	3,9	2,1	1,8
GP*	3,8	2,1	1,7
PM*	3,9	2,1	1,9
PP*	4,2	2,4	1,8

\* Voir légende Tableau 6

Tableau 23 : Nombre et type de désherbages suivant la fertilité de la parcelle

Catégories de fertilité des sols	Nombre moyen de désherbages par parcelle	Nombre moyen de sarclages manuels	Nombre moyen Désherbage chimiques
Bonne	4,2	2,2	2,0
Mauvaise	3,8	2,1	1,7

#### *Sarclo-buttage*

Le Tableau 24 indique la fréquence et le mode des sarclo-buttages par village.

La réalisation du sarclo-buttage est assez généralisée sauf dans le village d'Adjozoumné au Sud. Le mode de sarclage est très contrasté selon les villages : au Nord et Centre-Nord, les sarclages manuels sont peu répandus, réalisés majoritairement en culture attelée et à Bensékou et Bérubouay au motoculteur dans une certaine mesure. Au Centre (village de Kpakpavissa), c'est le sarclo-buttage manuel qui prévaut, Le sarclo-buttage au tracteur est très peu important au Nord et absent ailleurs.

Tableau 24 : fréquence et mode du sarclo-buttage

Villages	Parcelles buttées	Buttées manuellement	Buttées en culture attelée	Buttées au motoculteur	Buttées au tracteur
KOKEY	98 %	0	100 %	0	0
BENSEKOU	97 %	5 %	68 %	27 %	0
BEROUBOUAY	68 %	0	24 %	62 %	7 %
TCHANHOUN-COSSI	98 %	0	100 %	0	0
KOMINGUEA	43 %	13 %	81 %	0	6 %
OUENOU	95 %	3 %	97 %	0	0
BOUGOU	70 %	100 %	0	0	0
KPAKPAVISSA	100 %	100 %	0	0	0
ADJOZOUNNE	5 %	100 %	0	0	0
SINLITA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

#### 4.2.5 Traitements insecticides

##### *Pratiques en matière de traitements insecticides*

La fiche technique actuelle repose sur des traitements calendaires (voir Tableau 25). Le nombre de traitement recommandé est de 7, le premier traitement devant être réalisé au 35<sup>ème</sup> JAL, puis les autres tous les 15 jours. Les pratiques en matière du nombre de traitements réalisés et délais de réalisation du premier traitement par les producteurs figurent au Tableau 26.

Le nombre moyen de traitements insecticides réalisés est inférieur aux recommandations avec de fortes variations suivant les villages : très faible à Adjozoumné, proche en moyenne des recommandations à Kominguéa et Ouénou. Mais ces moyennes par village cachent également de grandes disparités. Ainsi près des trois quarts des parcelles reçoivent moins de 7 traitements alors que 15 % en reçoivent plus de 7. Ces disparités se retrouvent au sein de tous les villages.

**Tableau 25 : préconisations en matière de traitements insecticides**

Fenêtres	1 <sup>ère</sup> Fenêtre			2 <sup>ème</sup> Fenêtre		3 <sup>ème</sup> Fenêtre	
Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<b>ZONES</b>	35 <sup>-ème</sup> JAL	49 <sup>-ème</sup> JAL	63 <sup>-ème</sup> JAL	77 <sup>-ème</sup> JAL	91 <sup>-ème</sup> JAL	105 <sup>-ème</sup> JAL	119 <sup>-ème</sup> JAL
<b>1- Alibori+Kerou</b>	Produits alternatifs	Produits alternatifs	Produits alternatifs	Binaire acarici- de faible	Produits alternatifs	Produits alternatifs	Binaire Aphicide
<b>2-Atacora sans Kérou- Borgou- Donga</b>	Produits alternatifs	Produits alternatifs	Produits alternatifs	Binaire acarici de faible	Binaire acaricide faible	Produits alternatifs	Binaire Aphicide
<b>3-Collines- Zou- Mono- Couffo- Oueme- Plateau</b>	Produits alternatifs	Produits alternatifs	Binaire acaricide fort ou Ternaire	Binaire acaricide fort ou Ternaire	Binaire acaricide fort ou Ternaire	Binaire Aphicide ou Ternaire	Binaire Aphicide ou Ternaire

**Tableau 26 : nombre de traitements insecticides réalisés et début de la protection par village**

Village	Moyenne du nombre de traitements phytosanitaires réalisés	% de cas où nombre de traitements < 7	% de cas où nombre de traitements > 7	Délais du premier traitement (JAL)
KOKEY	6,1	65,0	15,0	50,1
BENSEKOU	5,8	80,0	10,0	48,3
BEROUBOUAY	4,9	95,0	5	41,8
TCHANHOUN- COSSI	4,7	95,0	0	47,8
KOMINGUEA	7,9	2,5	65,0	34,1
OUENOU	7,0	45,0	32,5	47,8
BOUGOU	5,3	97,5	0	36,7.
KPAKPAVISSA	5,9	80,0	5,0	45,0
ADJOZOUNNE	2,0	100	0	72,0
Ensemble	5,5	72,6	15,1	52,8

Le premier traitement intervient dans tous les villages et en moyenne beaucoup plus tard que ce qui est recommandé.

Les mêmes données par catégories d'exploitations figurent au Tableau 27. Il n'est pas encore une fois constaté de différences de pratiques en fonction des catégories d'exploitations.

**Tableau 27 : nombre de traitements insecticides réalisés et début de la protection par catégories d'exploitations**

	Moyenne du nombre de traitements phytosanitaires réalisés	% de cas où nombre de traitements < 7	% de cas où nombre de traitements > 7	Délais du premier traitement (JAL)
TGP*	5,7	68,4	15,8	52,1
GP*	4,9	82,9	6,1	57,7
PM*	5,5	75,0	15,9	50,8
PP*	5,8	66,0	21,4	51,1

\* Voir légende Tableau 6

**Tableau 28 : nombre de traitements insecticides réalisés et début de la protection en fonction de la précocité de semis**

Catégories de semis	Moyenne du nombre de traitements phytosanitaires réalisés	% de cas où nombre de traitements < 7	% de cas où nombre de traitements > 7	Délais du premier traitement (JAL)
Semis précoces	5,9	51,4	28,6	56
Semis conformes	5,7	73,0	14,5	52
Semis tardifs	4,8	90,1	4,9	53

Les mêmes données en fonction de la précocité de semis des parcelles figurent au Tableau 28. Les semis tardifs reçoivent moins de traitements et le nombre de cas où il y a moins de 7 traitements est moins important pour les semis précoces. Le début des traitements est plus tardif pour les semis précoces. En fait les producteurs commencent les traitements indifféremment sur toutes leurs parcelles, ce qui fait que les traitements précoces sont défavorisés.

A la question de savoir à quel moment le producteur décide de déclencher les traitements, il y a 5 catégories de réponse :

- après la récolte du maïs (13 %) : cas spécifique du village d'Adjozoumné (commune de Kétou où le coton est complanté dans le maïs) ;
- à l'apparition de ravageurs ou après constat d'attaques ou de dégâts (30 %).
- après un certain nombre de jours après semis (26 %), ce nombre de jours allant de 35 à 60, le plus fréquemment 40-45 jours ;
- A l'apparition de fleurs ou de boutons floraux (25 %).
- Autres (6 %).

30 % des producteurs font en quelque sorte du traitement sur seuil, mais sans véritablement de protocole validé. On peut légitimement se poser la question de la pertinence de cette pratique et de ses conséquences.

Les producteurs qui débutent leurs traitements après un certain nombre de JAL le font pour certains à bon escient (apparition de boutons floraux dans 25 % des cas ou à 35 JAL, mais certains déclarent les déclencher plus tardivement.

#### *Respect des fenêtres de traitements*

Le Tableau 25 décrit les différents produits à utiliser en fonction de trois fenêtres de traitements différenciées en fonction des déprédateurs ciblés et pour éviter le développement de résistances dû à un emploi trop répété du même produit. C'est notamment le cas pour le Thalix binaire composé d'Emamectine benzoate et d'Acétamipride qui a remplacé pour lutter contre *Heliothis armigera* les pyréthriinoïdes devenues inopérantes en raison d'apparition de résistances. En principe, il ne doit être utilisé qu'en première fenêtre.

En matière de respect des fenêtres de traitement, le Tableau 29 illustre le cas d'utilisation du Thalix en dehors de la première fenêtre.

**Tableau 29 : utilisation du Thalix en dehors de la première fenêtre de traitement**

	En seconde fenêtre	En troisième fenêtre	Total Parcelles	% cas seconde fenêtre	% cas troisième fenêtre
Adjozoumné	3	1	8	38	13
Bensékou	8	6	40	20	15
Béroubouay	34	2	38	89	5
Bougou	4	2	38	11	5
Kokey	17	5	39	44	13
Kominguéa	18	1	40	45	3
Kpakpavissa	10	4	40	25	10
Ouenou	38	16	38	100	42
Sinlita	nd	nd	nd	nd	nd
Tchanhoun	26	3	34	76	9
Total général	<b>158</b>	<b>40</b>	<b>315</b>	<b>50</b>	<b>13</b>

Dans la moitié des cas, le Thalix est utilisé en seconde fenêtre et dans 13 % des cas en troisième fenêtre. Ainsi des résistances à l'Emamectine sont décelées et suivies.

#### *Doses de produits de traitement utilisés*

Les produits de traitements recommandés sont fournis par la SODECO aux producteurs. Mais ces derniers ont parfois recours aux produits sur les marchés locaux (Tableau 30) pour compléter leur approvisionnement.

Tous les produits sont conditionnés en flacons pour traiter ½ hectare. Le Tableau 31 indique les doses de flacons par hectare utilisées par les producteurs en fonction du traitement.

Les doses dépassent en moyenne 2 flacons pour les premiers traitements puis chutent pour les suivants. Le cas du 11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> traitement est un cas particulier d'un producteur du village de Kominguéa sur une parcelle particulièrement infestée en fin de campagne et n'est pas représentatif.

**Tableau 30 : fréquence d'approvisionnement en produits insecticides sur le marché local**

Commune	Village	Nombre de cas	Fréquence (% des producteurs)
Kétou	Adjozoumné	5	17,9
Aplahoué	Sinlita	1	6,3
Savalou	Kpakpavissa	0	0
Matéri	Tchanhoun-Cossi	10	50,0
Djougou	Bougou	1	4,3
Kandi	Bensékou	1	5,0
N'Dali II	Ouénou	1	5,0
N'Dali I	Kominguéa	0	0
Banikoara	Kokey	2	10,0
Bembèrèkè	Béroubouay	0	0
<b>Ensemble</b>		<b>21</b>	<b>9,7</b>

#### *Appareils de traitements utilisés*

L'appareil de traitement préconisé est celui à très bas volume (TBV) à piles, type ULVA + de la firme MICRON SPRAYER ou-BERTHOUD C5 de la firme BERTHOUD. Les producteurs réalisent souvent leurs traitements herbicides avec des appareils à dos à pression entretenue, si bien qu'ils utilisent également ce type d'appareil pour les traitements insecticides. Les types d'appareil pour réaliser les traitements insecticides figurent au Tableau 32.

**Tableau 31 : doses de produits utilisés par traitement**

	Moyenne traitement 1 (flacons /ha)	Moyenne traitement 2 (flacons /ha)	Moyenne traitement 3 (flacons /ha)	Moyenne traitement 4 (flacons /ha)	Moyenne traitement 5 (flacons /ha)	Moyenne traitement 6 (flacons /ha)	Moyenne traitement 7 (flacons /ha)	Moyenne traitement 8 (flacons /ha)	Moyenne traitement 9 (flacons /ha)	Moyenne traitement 10 (flacons /ha)	Moyenne traitement 11 (flacons /ha)	Moyenne traitement 12 (flacons /ha)
Adjozoumné	1,43	1,73	1,31	1,03								
Bensékou	1,94	2,01	1,98	1,91	1,88	1,87	1,50	1,80	2,18			
Beroubouay	1,86	1,95	2,00	1,99	2,20	2,17	2,50	2,50				
Bougou	2,46	2,59	2,64	2,71	2,60	2,39	2,68					
Kokey	2,11	2,57	2,50	2,57	2,33	1,91	2,12	1,87	1,67	1,67		
Kominguéa	2,03	2,08	2,04	2,07	2,03	2,05	2,12	2,16	2,68	2,63	4,46	4,46
kpakpavissa	2,74	2,66	2,66	2,66	2,66	2,58	2,66	2,39				
Ouenou	2,07	2,22	2,29	2,29	2,13	2,20	1,61	2,03	1,73	1,81		
Tchanhoun-Cossi	1,46	1,44	1,40	1,34	1,29	1,36	1,76					
Total général	2,01	2,15	2,17	2,19	2,19	1,74	1,44	1,22	0,70	2,19	4,46	4,46

L'utilisation d'appareil TBV est majoritaire. Les appareils à pression entretenue peuvent être source de traitements mal réalisés si la buse utilisée n'est pas conforme à cet usage. Le cas de l'utilisation de buses « pinceau » préconisée pour les traitements herbicides et utilisée pour les traitements insecticides n'est pas rare. Le foisonnement de marques d'appareils à pression entretenue et les différentes buses rencontrées dans les villages ne facilitent pas les recommandations

**Tableau 32 : types d'appareils de traitements utilisés**

Commune	Village	Cas d'utilisation d'appareil à piles (fréquence en %)	Cas d'utilisation d'appareils à pression entretenue (fréquence en %)
Kétou	Adjozoumné	61	39
Aplahoué	Sinlita	38	62
Savalou	Kpakpavissa	70	30
Matéri	Tchanhoun-Cossi	35	65
Djougou	Bougou	95	5
Kandi	Bensékou	80	20
N'Dali II	Ouénou	40	60
N'Dali I	Kominguéa	100	0
Banikoara	Kokey	40	60
Bembèrèkè	Béroubouay	86	14
<b>Ensemble</b>		<b>65</b>	<b>35</b>



**Photo 9 : différentes buses utilisées par les producteurs dans le village de Kpakpavissa**

#### *4.2.6 Conclusion sur les pratiques culturelles et les écarts avec les recommandations*

Il est noté de façon générale une forte variation entre les villages suivis et une certaine homogénéité intra-villageoise, sauf en ce qui concerne les traitements insecticides.

Une des pratiques qui s'éloigne le plus des recommandations est la fertilisation minérale avec un sous dosage des engrais complets NPKSB épandus mais surtout un délai d'application du premier épandage d'engrais tardif par rapport aux recommandations. Une augmentation des doses d'engrais complet épandues est à constater depuis le diagnostic de 2002, sans commune mesure cependant avec des préconisations des augmentations des doses décidée entre les deux diagnostics. La recommandation de l'enfouissement de l'engrais complet est rarement respectée. Il est à noter que la pratique d'apports de mélange engrais complet et urée est fréquente et que le fractionnement des apports d'engrais complet seul ou en mélange avec l'urée a été observé.

L'autre pratique très éloignée des recommandations est celle des traitements insecticides, avec des variations importantes entre villages mais également intra-villageoises. Le nombre de traitements est souvent inférieur à celui recommandé, parfois supérieur, les doses de produits utilisés en seconde et troisième fenêtre inférieures aux préconisations et surtout le déclenchement de la protection très en retard. La qualité des traitements qui dépend de nombreux facteurs n'a pas pu être recensée dans le diagnostic, mais des indices montrent qu'elle peut être remise en cause.

Le diagnostic avait pour ambition de déterminer si la plus ou moins grande adhésion des producteurs à la culture du coton avait pour effet des pratiques plus proches des recommandations. Ceci dans l'objectif d'adapter les conseils agricoles à différents niveaux de technicité des producteurs repérables par les surfaces cotonnières qu'ils mettaient en place. En fait, il n'en est rien et les différentes catégories d'exploitations suivies ne se traduisent pas par une meilleure maîtrise des techniques culturales.

Il existe des stratégies de conduites de culture par rapport à la fertilité des parcelles ou par rapport à la précocité des semis, mais celles-ci ne sont pas constantes.

### **4.3 Productions de coton-graine obtenues**

#### *4.3.1 Rendements coton-graine observés sur les villages*

Le Tableau 33 donne les résultats des rendements obtenus par village, catégories d'exploitation, catégorie de fertilité des sols, précocité de semis, parcelles en protection poussée et en irrigation d'appoint.

Il est observé de très importantes différences de rendements moyens entre villages ce qui est à mettre en relation avec « un effet village » sur la qualité des pratiques culturales menées dans chaque village ou la fertilité du milieu (sols, climat, ...) inféodé au village. Par contre au sein d'un même village il y a une certaine homogénéité des rendements observés.

L'effet des dates de semis est conforme aux attentes mais relativement limité : les semis précoces n'ont pu être plus performants car ils ont subi une période de sécheresse après leur installation dans le Nord et le Centre-Nord. Les semis à bonne date ont permis de meilleurs rendements de l'ordre de 300 à 400 kg ha<sup>-1</sup> sauf à Ouénou et Adjozoumné.

Il est constaté un effet important de l'irrigation d'appoint, sauf à Bérubouay montrant que les poches de sécheresse ont un fort impact sur le rendement.

Il est constaté également un effet constant de la protection poussée, mais d'importance parfois assez moyenne avec souvent un gain de 150 à 200 kg ha<sup>-1</sup>.

Il est constaté un effet constant mais variable d'un village à l'autre de la fertilité des sols.

Les grosses exploitations ont en moyenne de meilleurs résultats que les petites, mais ceci n'est pas constant et les écarts sont plutôt faibles.

#### *4.3.1 Comparaison des rendements des villages DA avec les rendements de leur commune*

La comparaison figure au Tableau 34. Les rendements des producteurs suivis sont plus importants que la moyenne des rendements de la commune notamment pour les villages de Kokey, Bensékou et Kpakpavissa. La procédure de choix des exploitations suivies a abouti à un biais en privilégiant des producteurs ayant de meilleurs résultats par rapport à la moyenne.

**Tableau 33 : rendements obtenus par village, catégories d'exploitation, catégorie de fertilité des sols, précocité de semis, parcelles en protection poussée et en irrigation d'appoint**

Commune	Village	Ensemble des parcelles	Parcelles des TGP*	Parcelles des GP*	Parcelles des PM*	Parcelles des PP*	Parcelles de bonne fertilité	Parcelles de mauvaise fertilité	Dates de semis au mois de mai	Dates de semis conformes	Date de semis tardives	Parcelles avec irrigation d'appoint	Parcelles avec protection poussée
BANIKOARA	KOKEY	1 884	2 003	1 817	1 874	1 837	2 167	1 586	-	2 037	1 611	2 839	2 065
KANDI	BENSEKOU	1 323	1 487	1 810	1 075	1 200	1 522	1 133	-	1 498	1 071	2 007	1 435
BEMBEREKE	BEROUBOUAY	1 290	1 320	1 409	1 353	1 070	1 338	1 241	-	1 494	1 122	1 169	1 511
MATERI	TCHANHOUN-KOSSI	985	1 193	1 227	789	643	1 056	914	-	1 142	828	1 320	1 098
N'DALI	KOMINGUEA	996	-	1 146	606	1 051	1 027	906	972	1 012	-	1 536	1 092
N'DALI	OUENOU	1 310	1 234	1 228	1 514	1 263	1 301	1 319	1 317	1 296	-	1 756	1 552
DJOUGOU	BOUGOU	1 178	1 093	943	1 240	1 733	1 280	1 095	1 335	1 125	1 135	2 521	1 408
SAVALOU	KPAKPAVISSA	1 567	1 858	1 437	1 475	1 590	1 619	1 497	1 383	1 586	1 647	2 026	2010
KETOU	ADJOZOUNNE	611	788	472	650	565	658	561	675	598	449	807**	1 044
APLAHOUE	SINLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Voir légende Tableau 6

**Tableau 34 : comparaison des rendements des villages DA avec les rendements de leur commune**

Département	Commune	Village	Rendement moyen (kg ha <sup>-1</sup> ) ensemble des parcelles suivies du village	Rendement (kg ha <sup>-1</sup> ) commune correspondante 2020/2021*
Alibori	BANIKOARA	KOKEY	1 884	1 402
Alibori	KANDI	BENSEKOU	1 323	1 024
Atakora	MATERI	TCHANHOUN-COSI	985	1 126
Borgou	BEMBEREKE	BEROUBOUAY	1 290	1 136
Borgou	N'DALI	KOMINGUEA	996	1 199
Borgou	N'DALI	OUENOU	1 310	1 199
Donga	DJOUGOU	BOUGOU	1 178	1 106
Collines	SAVALOU	KPAKPAVISSA	1 567	1 075
Plateau	KETOU	ADJOZOUNNE	611	531
<b>Moyenne rendement des 9 villages ou communes correspondantes</b>			1238	1066

\*Selon le tableau de l'évolution des statistiques cotonnières de 2015 à 2021 de l'AIC (AIC, communication personnelle)

#### 4.3.2 Comparaison avec les résultats du diagnostic PARCOB 2002

La comparaison pour les 5 villages communs au diagnostic est donnée dans le Tableau 35. Les rendements divergent entre les deux diagnostics mais pas dans un même sens. On notera en moyenne une légère progression des rendements en 2021.

**Tableau 35 : comparaison des rendements observés par les diagnostics IRC (2021) et PARCOB (2002)**

Département	Commune	Village	Rendement coton-graine (kg ha <sup>-1</sup> ) ensemble village	
			IRC 2021	PARCOB 2002
ATACORA	MATERI	TCHAHOUN-COSSI	985	1 146
BORGOU	BEMBEREKE	BEROUBOUAY	1 290	1 478
BORGOU	N'DALI	OUENOU	1 310	1 177
DONGA	DJOUGOU	BOUGOU	1 178	1 119
COLLINES	SAVALOU	KPAKPAVISSA	1 567	803
Moyenne 5 villages			1 266	1 145

#### 4.3.3 Mise en regard des rendements par village et du niveau de respect des recommandations

Elle est donnée dans le Tableau 36.

**Tableau 36 : rendements moyens obtenus par village et niveau de suivi des recommandations**

Village	Rendement ensemble des parcelles du village (kg ha <sup>-1</sup> )	Suivi des recommandations			
		En matière d'installation des cultures	En matière de fertilisation	En matière de gestion de l'enherbement	En matière de protection phytosanitaire
KOKEY	1 884	++	++	++	+
BENSEKOU	1 323	--	-	-	-
BEROUBOUAY	1 290	++	-	---	--
TCHANHOUN-COSSI	985	-	-	-	---
KOMINGUEA	996	--	+	+	++
OUENOU	1 310	-	++	-	+
BOUGOU	1 178	+++	+++	+	---
KPAKPAVISSA	1 567	++	+++	++	--
ADJOZOU MNE	611	---	---	+	---

Les villages présentant un bon rendement moyen des parcelles suivies sont ceux qui respectent le mieux la fiche technique : Kokey, Kpakpavissa, Ouénou. A l'inverse,

les villages présentant un rendement moyen faible des parcelles suivies s'écartent de la fiche technique : Adjozoumné, Tchanhoun-Cossi.

#### 4.3.4 Conclusion sur les productions de coton-graine

Les rendements coton-graine sont très variables d'un village à l'autre et au sein des villages. L'effet de la fertilité des sols, des dates de semis, de la protection phytosanitaire et de l'irrigation d'appoint sont constants.

Les catégories d'exploitation ont peu d'impacts sur les rendements observés et de façon non constante.

Les villages respectant mieux les recommandations atteignent de meilleurs rendements aux alentours de 1 300 à plus de 1 500 kg ha<sup>-1</sup>.

## 5 Hiérarchisation des contraintes à la production de coton-graine

Le second objectif principal du DA est la hiérarchisation des contraintes à la production du coton-graine par les producteurs. Le repérage des contraintes principales doit permettre de focaliser la recherche sur la mise au point d'innovations pour les lever et d'orienter le conseil agricole sur les actions prioritaires à mener auprès des producteurs. Les chapitres précédents ont mis en évidence une forte variation des pratiques culturales réalisées, des conditions édaphiques et des résultats au niveau des rendements obtenus qui laissent la place à une amélioration des résultats en faisant progresser les rendements faibles vers les plus élevés rencontrés en s'attaquant aux contraintes principales

Cette hiérarchisation s'effectuera ici par village. L'extension des résultats au niveau national nécessite deux préalables : (i) la création de variables caractérisant le contexte climatique et (ii) les résultats d'analyses de sols pour caractériser le milieu édaphique. Ces variables sont indispensables pour comparer les résultats de villages situés du Sud au Nord du Bénin avec des conditions climatiques et sur des sols de qualités différenciées.

Les variables climatiques en cours de construction prendront en compte le niveau de satisfaction hydrique des cultures au cours du cycle, la quantité d'eau excédentaire, la radiation solaire ainsi que le total de degrés-jours reçus. Les variables des analyses de sol sont celles classiquement réalisées : granulométrie, acidité, matière organique, phosphore assimilable et complexe absorbant.

Les variables explicatives issues d'un diagnostic sont souvent corrélées entre-elles. C'est le reflet des stratégies des producteurs. Les producteurs ne réalisent pas leurs opérations culturales au hasard, mais le font en privilégiant certaines parcelles plutôt que d'autres.

Cette situation complique la hiérarchisation des contraintes par les méthodes classiques de statistiques (i.e. les régressions linéaires simples ou multiples pas à pas) car des confusions d'effets peuvent provoquer des erreurs d'interprétations. En cas de fortes corrélations entre variables, il sera nécessaire de constituer des groupes de parcelles ayant des variables fortement explicatives et corrélées et d'analyser les autres contraintes pour chacun des groupes ainsi constitués. Ensuite, pour chaque groupe de parcelles ainsi constitué, des régressions multiples pas à pas pourront être effectuées.

## 5.1 Village de Bensékou

Le village de Bensékou (10°59,316'N – 003°08,929'E) se situe dans la commune de Kandi, département de l'Alibori. La variété de coton diffusée est ANG 956.

### 5.1.1 *Corrélations entre le rendement coton-graine et les variables explicatives caractérisant les itinéraires techniques et le milieu*

Ces corrélations sont regroupées dans le Tableau 37. Le rendement en coton-graine est corrélé significativement et positivement au code fertilité de la parcelle, aux doses d'engrais NPK épandues et à la densité de plants à la récolte et négativement à la date de semis.

Parmi ces variables explicatives, le code fertilité n'est relié à aucune autre variable par une corrélation significative. Cela indique qu'il n'y a pas de préférences de l'ensemble des producteurs des parcelles observées à choisir de réaliser leurs opérations culturales en fonction de la fertilité des parcelles.

La variable explicative corrélée au rendement densité de plants à la récolte est également corrélée avec la dose d'engrais. La variable doses d'engrais NPK est fortement corrélée à la variable doses d'urée et également et également au nombre de flacons<sup>4</sup> d'insecticide utilisés sur l'ensemble des traitements par hectare utilisés pendant le cycle. Tous les coefficients de corrélation sont positifs.

Cela signifie que les producteurs qui épandent une dose importante d'engrais épandent également une dose d'urée importante. Il sera donc difficile de distinguer l'effet spécifique de chaque type d'engrais sur le rendement. Nous prendrons alors une variable doses engrais totaux qui sera la somme des doses de NPK et d'urée comme variable explicative par la suite.

Les corrélations montrent également que parcelles de plus forte densité reçoivent également plus d'engrais et plus d'insecticides. De la même façon l'effet spécifique de chaque variable sera difficile à estimer pour l'ensemble des parcelles du village. Cela provient du fait qu'il existe à Bensékou des producteurs soignant mieux l'ensemble de leurs itinéraire technique.

Enfin les dates de semis sont corrélées fortement et négativement aux dates d'apport des premières applications d'engrais et d'insecticides. Cela peut provenir d'une période déterminée dans la période culturale à laquelle ces apports sont réalisés, ce qui fait que les semis précoces sont défavorisés. Cela nous oblige à considérer plusieurs groupes de parcelles répertoriés dans la Figure 16.

Le premier groupe constitué de seulement 4 parcelles ont à la fois des semis précoces et des dates d'apport des premières applications d'engrais et d'insecticides moyennes. La moyenne de rendement de ces 4 parcelles est de 1 693 kg/ha. Le deuxième groupe contient le plus de parcelles qui ont des dates de semis précoces et des dates âges d'apport des premières applications d'engrais et d'insecticides tardives. Le troisième groupe est constitué de parcelles qui ont des dates de semis tardives et des dates âges d'apport des premières applications d'engrais et

---

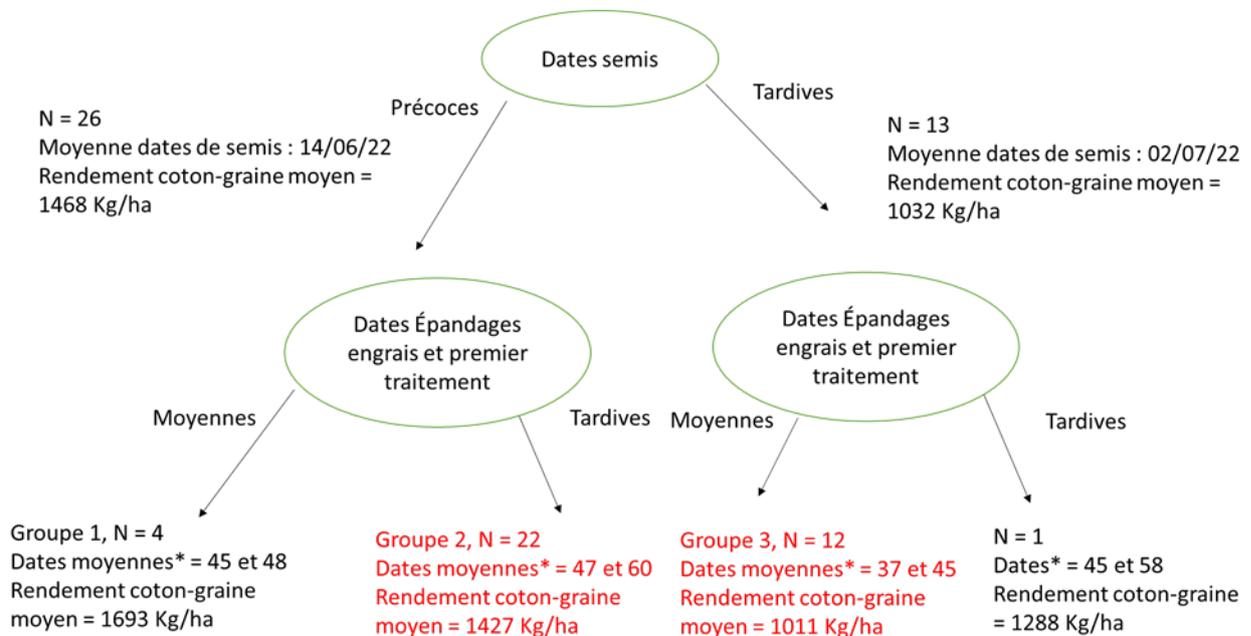
<sup>4</sup> Tous les produits insecticides sont conditionnés pour être épandus sur ½ hectare.

**Tableau 37 : corrélations significatives (p < 0,05) entre rendement coton-graine et variables caractérisant les itinéraires techniques et le milieu à Bensékou**

Corrélations entre variables significatives	Codage fertilité	Codage topo-séquence	Codage pente	Codage présence arbres	Indice pierrosité	Date semis	Doses NPK (kg/ha)	Doses urée (kg/ha)	Délais épandage engrais (JAS)	Nombre désherbages	Nombre de traitements insecticides	Nombre de flacons totaux insecticides par ha	Délais 1 <sup>er</sup> traitement (JAS)	Densité récolte (plants/ha)	Rendement total coton-graine (kg/ha)
Codage fertilité*	1.00														
Codage topo-séquence*		1.00													
Codage pente*			1.00												
Codage présence arbres*				1.00											
Indice pierrosité*					1.00										
Date semis						1.00									
Doses NPK (kg/ha)							1.00								
Doses urée (kg/ha)							0.76	1.00							
Délais épandage engrais (JAS)				0.34		-0.62			1.00						
Nombre désherbages										1.00					
Nombre de traitements insecticides											1.00				
Nombre de flacons totaux insecticides par ha							0.37	0.38		0.32	0.77	1.00			
Délais 1 <sup>er</sup> traitement (JAS)						-0.86			0.50				1.00		
Densité récolte (plants/ha)					0.37		0.34	0.43						1.00	
Rendement total coton-graine (kg/ha)	0.41					-0.34	0.42							0.37	1.00

\*Codages : fertilité 1 = mauvaise, 2 = bonne ; topo-séquence 1 = haut, 2 = milieu, 3 = bas de topo-séquence ; pente : 1 = nulle, 2 = faible, 3 = forte ; présence arbre : 1 = aucun, 2 = peu, 3 = beaucoup ; indice pierrosité calculé en prenant en compte la présence de pierres, cailloux et graviers

d'insecticides moyennes. Il n'existe qu'une seule parcelle ayant des dates de semis et des dates d'apports tardives. Il peut être fait des régressions multiples pas à pas pour les groupes 2 et 3 qui contiennent respectivement 22 et 12 parcelles. Le groupe 1 ne contient pas suffisamment de parcelles pour pouvoir effectuer une telle régression multiple, il ne sera effectué que des régressions avec une variable.



\* Respectivement délais en Jour après semis du premier apport d'engrais et du premier traitement insecticide

Figure 16 : groupes de parcelles en fonction de la date de semis et de la précocité des premiers épandages d'engrais et insecticide à Bensékou

### 5.1.2 Premier groupe de parcelles

4 parcelles composent ce groupe qui ont bénéficié d'un semis à bonne date et d'apports d'engrais et de protection insecticide proches des recommandations. Le rendement moyen est de 1 693 kg. Elles appartiennent à deux producteurs.

Les deux variables positivement et significativement corrélées au rendement (voir Tableau 38) sont la dose d'urée épandue et la moyenne des 4 cotations d'enherbement<sup>5</sup> observées au cours du cycle. Mais ces variables sont aussi corrélées entre-elles et aux doses épandues d'engrais NPK ainsi qu'au nombre total de flacons insecticides épandus et à la fertilité des parcelles. Il n'est donc pas possible pour ce groupe de parcelle d'individualiser l'impact de ces différentes variables.

<sup>5</sup> La cotation d'enherbement est une note de 0 à 10 pour respectivement des enherbements totaux à inexistantes

**Tableau 38 : corrélations significatives (p < 0,05) entre rendement coton-graine et variables caractérisant les itinéraires techniques et le milieu pour le premier groupe de parcelles à Bensékou**

Corrélations entre variables significatives	Codage fertilité	Codage pente	Date semis	Doses NPK (kg/ha)	Doses urée (kg/ha)	Délais épandage engrais (JAS)	Nombre de désherbages	Nombre de flacons totaux insecticides par ha	Délais 1 <sup>er</sup> traitement (JAS)	Densité récolte (plants/ha)	Moyenne cotations enherbement cycle	Cotation minimale enherbement cycle	Rendement total coton-graine (kg/ha)
Codage* fertilité	1.00												
Codage* pente		1.00											
Date semis			1.00										
Doses NPK (kg/ha)				1.00									
Doses urée (kg/ha)	0.85				1.00								
Délais épandage engrais (JAS)		0.99				1.00							
Nombre de désherbages			0.97				1.00						
Nombre de flacons insecticides totaux/ha	0.93				0.84			1.00					
Délais 1 <sup>er</sup> traitement (JAS)			-0.86				-0.90		1.00				
Densité récolte plants/ha		0.95				0.89				1.00			
Moyenne 4 cotations enherbement cycle	0.93				0.98			0.90			1.00		
Cotation minimale enherbement			0.85	-0.87			0.90					1.00	
Rendement total coton-graine (kg/ha)					0.90						0.86		1.00

**Tableau 39 : données des itinéraires techniques et de caractérisation du milieu des parcelles du premier groupe à Bensékou**

Producteur	Fertilité parcelle	Pente	Date semis	Doses NPK (Kg/ha)	Doses urée (Kg/ha)	Délais épandage engrais (JAS)	Nombre désherbages	Nombre de traitements insecticides	Nombre de flacons insecticides totaux/ha	Délais 1 <sup>er</sup> traitement (JAS)	Densité récolte plants/ha	Moyenne 4 cotations enherbement cycle	Cotation minimale enherbement	Rendement coton-graine (kg/ha)
1	Bonne	Faible	16/06/2021	138.7	46.2	47.0	3	6	11.1	49	30 159	6.50	4.67	2015
2	Bonne	Faible	20/06/2021	124.3	41.4	46.0	5	6	12.4	44	32 063	6.44	5.33	1640
2	Mauvaise	Nulle	17/06/2021	150.0	37.5	40.0	3	6	9.0	50	26 201	6.33	4.67	1631
1	Mauvaise	Faible	18/06/2021	101.8	30.5	47.0	4	6	7.5	49	30 600	6.25	5.33	1486

Ce groupe se divise en deux (voir Tableau 39) :

- deux parcelles sur sol de bonne fertilité avec en moyenne un rendement 1 827 kg/ha, une moyenne des 4 cotations d'enherbement de 6,5, des doses d'engrais NPK de 132 kg/ha, d'urée de 44 kg/ha, 12 flacons insecticides/ha épandus
- deux parcelles sur sol de mauvaise fertilité avec en moyenne un rendement 1558 kg/ha avec une moyenne des 4 cotations d'enherbement de 6,3, des doses d'engrais NPK de 126 kg/ha, d'urée de 34 kg/ha et 8 flacons insecticides/ha épandus

La différence de rendement occasionnée par ces facteurs est de 269 kg/ha qui serait occasionnée principalement par la fertilité des sols.

### 5.1.3 Deuxième groupe de parcelles

Le deuxième groupe est composé de 22 parcelles. Il se caractérise par des semis précoces mais des délais de premiers épandages d'engrais et d'insecticides tardifs. Le rendement moyen est de 1 427 kg/ha.

Le rendement coton-graine est corrélé négativement au codage de la topo-séquence et positivement aux doses d'engrais NPK épandues. La seule corrélation significative entre variables explicative est celle reliant les doses épandues de NPK et d'urée.

Il est donc possible d'individualiser les impacts des facteurs sur le rendement en prenant la variable doses d'engrais total en effectuant une régression linéaire multiple pas à pas.

Celle-ci donne les résultats suivants :

Rendement coton-graine (kg/ha) = 4,3 X doses engrais (kg/ha) -312 X Codage topo-séquence + 1 099

Ces deux variables expliquent 68 % des variations de rendement coton-graine.

Pour ces parcelles, l'efficacité de l'engrais est de 4,3 kg de coton-graine par kilo d'engrais apporté. Les parcelles en bas de pente (codage topo séquence = 3) ont des rendements plus faibles ce qui serait dû à un excès d'eau pendant certaines périodes du cycle.

Le rendement maximum atteignable serait pour ce groupe de parcelles de 2 389 kg/ha de coton-graine en apportant 250 kg/ha de NPK et 50 Kg d'urée et pour des parcelles ne se situant pas en bas de topo-séquence.

### 5.1.4 Troisième groupe de parcelles

Le troisième groupe est composé de 12 parcelles. Il se caractérise par des semis tardifs et des délais de premiers épandages d'engrais et d'insecticides moyens. Le rendement moyen est de 1 011 kg/ha.

Le rendement coton-graine est corrélé négativement à la date de semis et positivement aux densités à la récolte et à la fertilité de la parcelle. La seule corrélation significative entre ces variables explicatives est celle reliant négativement les dates de semis à la fertilité de la parcelle. Pour ce groupe de parcelles, les parcelles de mauvaise fertilité ont été généralement semées plus précocement.

Il est donc possible d'effectuer une régression linéaire multiple pas à pas avec l'ensemble des variables explicatives, mais les coefficients de corrélation relatifs à la

fertilité de la parcelle ou aux dates de semis qui entreront éventuellement seuls seront faussés.

Cette régression multiple donne les résultats suivants :

Rendement coton-graine (kg/ha) = 416 X code fertilité + 0.028 X densité récolte (plants/ha) - 457

Ces deux variables expliquent 91 % des variations de rendement coton-graine.

Le rendement maximum atteignable serait pour ce groupe de parcelles de 1 796 kg/ha de coton-graine pour une parcelle de bonne fertilité semée à 66 000 plants/ha.

### 5.1.5 Synthèse village

Dans ce village on constate que les dates de semis précoces sont défavorisées par un premier apport d'engrais et surtout un premier traitement insecticide plus tardif. Il serait opportun d'en connaître les causes : est-ce une disponibilité des intrants à temps au niveau village qui fait défaut ou une mauvaise pratique de la part des producteurs ?

Les parcelles ayant des dates de semis tardives ont en moyenne un rendement plus faible de 436 kg/ha par rapport aux parcelles semées plus précocement (en moyenne 18 jours d'écart). Les parcelles semées précocement avec un premier traitement insecticide tardif (en moyenne 60 jours après semis) ont en moyenne un rendement plus faible de 266 kg/ha par rapport aux parcelles semées précocement avec un premier traitement insecticide moyen (en moyenne 48 jours après semis).

Les facteurs qui ont permis d'augmenter significativement les rendements à Bensékou sont la densité de plants à la récolte, l'application d'engrais et la bonne fertilité des sols.

## 5.2 Village de Kokey

Le village de Kokey (11°22,843'N ; 002°31,453'E) se situe dans la commune de Banikoara, département de l'Alibori. La variété de coton diffusée est ANG 956.

### 5.2.1 *Corrélations entre le rendement coton-graine et les variables explicatives caractérisant les itinéraires techniques et le milieu*

Les corrélations pour les parcelles de Kokey figurent au Tableau 40. Le rendement coton-graine est significativement et positivement corrélé à la fertilité des sols et le nombre de traitement et significativement et négativement corrélé au délai de semis et au délai de premier traitement.

Parmi les corrélations entre variables explicatives, la fertilité des sols est corrélée significativement et négativement à la dose d'urée. Les producteurs de Kokey ont tendance à augmenter la dose d'urée sur les parcelles de faible fertilité pour compenser le manque de développement des plants. Cette corrélation va rendre difficile de séparer l'impact de la fertilité des sols et celui des doses d'urée appliquées.

Une autre corrélation remarquable est celle entre le nombre de désherbages et le nombre de traitements insecticides réalisés (significativement positif). Les producteurs effectuant plus de traitements insecticides font également plus de

**Tableau 40 : corrélations significatives (p < 0,05) entre rendement coton-graine et variables caractérisant les itinéraires techniques et le milieu à Kokey**

	Code fertilité	Délai semis	Doses NPK	Doses urée	Date premier épandage engrais (JAL)	Nombre désherbages	Nombre de traitements	Nombre de flacons totaux/ha	Délais 1 <sup>er</sup> traitement	Densité récolte (plants/ha)	Moyenne 4 cotations enherbement cycle	Min cotation enherbement	Rendement total coton-graine (kg/ha)
Codage fertilité	1.00												
Délai semis		1.00											
Doses NPK (kg/ha)			1.00										
Doses urée (kg/ha)	-0.39			1.00									
Date premier épandage engrais (JAL)					1.00								
Nombre désherbages						1.00							
Nombre de traitements							1.00						
Nombre de flacons totaux/ha								1.00					
Délais 1 <sup>er</sup> traitement				0.37			-0.56		1.00				
Densité récolte (plants/ha)										1.00			
Moyenne 4 cotations enherbement cycle											1.00		
Minimum des 4 cotations enherbement												1.00	
Rendement coton-graine (kg/ha)	0.51	-0.43					0.50		-0.43				1.00

désherbages. Cette corrélation peut donc également rendre difficilement discernable l'impact de ces deux facteurs sur le rendement.

Moins explicable est la corrélation significative et positive entre doses d'urée appliquées et le délai de premier traitement.

La corrélation significative et négative qui peut paraître illogique est celle entre nombre de sarclages et cotation moyenne d'enherbement. Elle fait apparaître que des parcelles les plus enherbées sont aussi celles recevant le plus de désherbages. En fait, les producteurs réalisent plus de désherbages sur des parcelles en fonction du niveau d'enherbement des parcelles. La propension d'une parcelle à être plus vite enherbée provient du passé cultural de la parcelle et de la gestion de l'enherbement appliquée les années précédente. On entrera donc comme variables celles relatives aux cotations d'enherbement et non le nombre de désherbages.

Les autres corrélations sont logiques et ne posent pas de problème car étant entre facteurs de même catégorie : nombre de traitement et délai de premier traitement, cotation moyenne et note minimum d'enherbement.

Il a été constitué 4 groupes de parcelles en fonction de la fertilité de la parcelle et des doses d'urée épandues (Figure 17). La différence de rendements en coton-graine entre classes de fertilité est importante : 581 kg/ha en faveur des parcelles de bonne fertilité. Par contre l'intérêt d'apports de doses d'urée importantes n'a un impact relatif que sur les parcelles de bonne fertilité (+273 kg/ha) et un impact négligeable sur les parcelles de faible fertilité (+ 39 kg/ha). Les réponses à l'engrais de parcelles fatiguées est moindre, surtout quand les doses sont excessives et du fait de l'épandage à la volée sans recouvrement et tardif qui est en vigueur chez les producteurs. La stratégie des producteurs pour pallier à la fertilité des parcelles peut être remise en cause et la nécessité de remonter la fertilité des parcelles fatiguées d'une façon plus efficace étudiée.

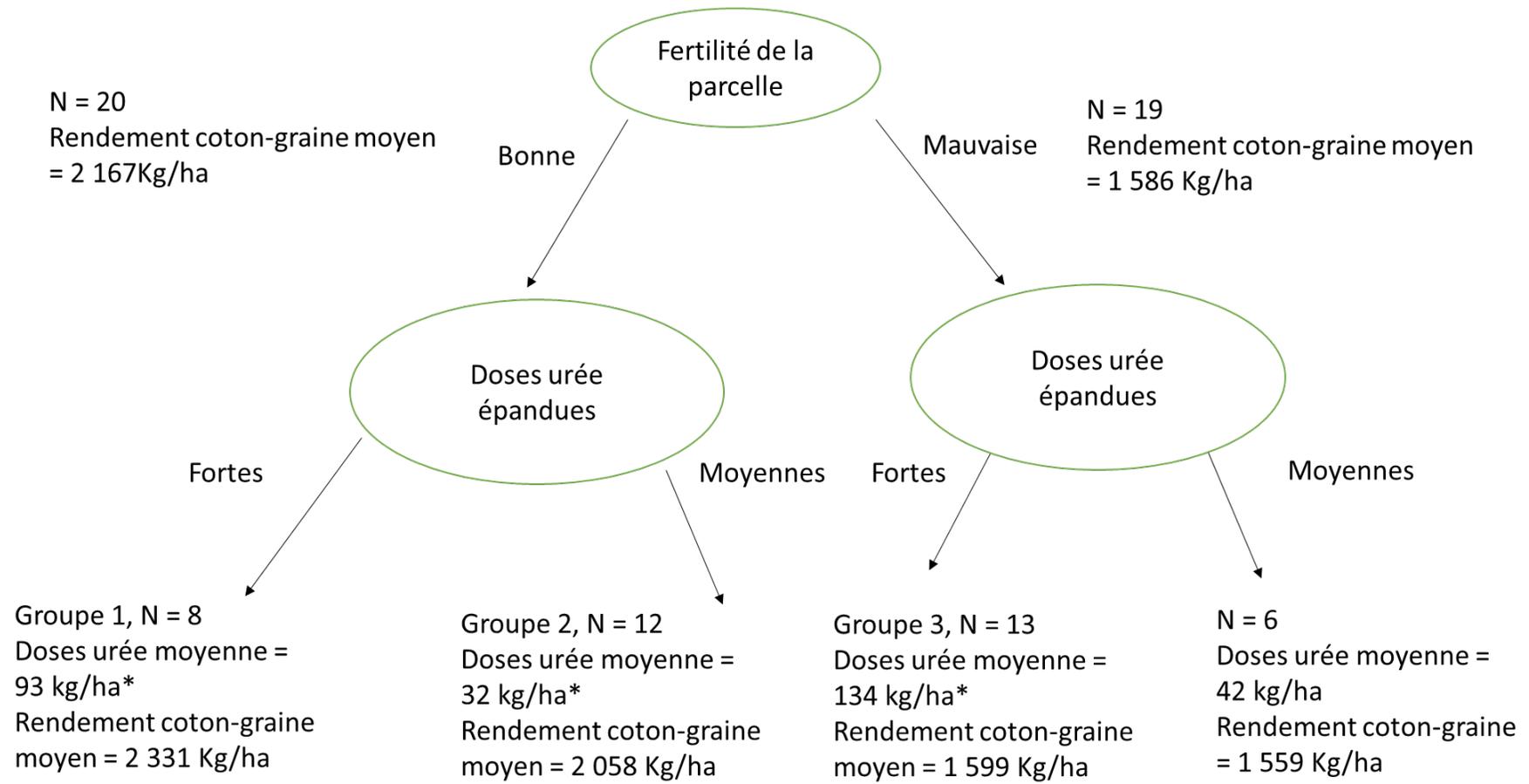
### *5.2.2 Premier groupe de parcelles*

Ces parcelles sont de bonne fertilité avec un apport important d'urée. Elles sont au nombre de 8.

Il subsiste de nombreuses corrélations entre variables explicatives : entre apports organiques et dates de semis (0,65), doses épandues d'urée (-0,69) et délais du premier épandage d'engrais, dates de semis et doses épandues de NPK (0,68), nombre de traitements et doses épandues de NPK (-0,73), nombre de traitement et densité (-0,74), nombre de flacons d'insecticides épandus à l'hectare et délais de premier traitement (0,87). S'il est possible de repérer certaines stratégies comme le fait de privilégier les doses d'engrais NPK sur les semis précoces ou de mettre moins d'urée sur les parcelles ayant reçu de la matière organique, toutes les autres corrélations ne peuvent refléter des stratégies évidentes et semblent être dues au hasard.

Du fait de ces nombreuses corrélations, la régression multiple pas à pas ne fait ressortir qu'une variable expliquant la variation de rendement coton-graine :

Rendement (kg/ha) = - 44 X délais du premier épandage d'engrais (JAS) – 1 356 expliquant 35 % de la variabilité des rendements coton-graine.



\* Doses vérifiées à plusieurs reprises avec les producteurs

Figure 17 : groupes de parcelles en fonction de la fertilité de la parcelle et des doses d'urée épandues à Kokey

### 5.2.3 Deuxième groupe de parcelles

Ces parcelles sont de bonne fertilité avec un apport d'urée faible. Elles sont au nombre de 12.

Les corrélations significatives entre variables explicatives restantes sont la date de semis et le délai de premier traitement (-0,75), doses épandues d'urée et nombre de flacons d'insecticides épandus (-0,64) et apports organiques et minimum des 4 cotations d'enherbement (0,53). L'apport de matière organique a tendance à augmenter la pression des adventices et les producteurs privilégient les semis précoces pour appliquer le premier traitement. Par contre il apparaît une opposition entre quantité d'urée et nombre de flacons d'insecticides épandus.

La régression multiple pas à pas fait apparaître deux variables explicatives :

Rendement (kg/ha) = 347 X moyenne des 4 cotation d'enherbement + 0,019 X densité à la récolte (nombre de plants hectare) – 3 991 expliquant 66 % de la variabilité des rendements coton-graine.

### 5.2.4 Troisième groupe de parcelles

Ces parcelles sont de mauvaise fertilité avec un apport d'urée important. Elles sont au nombre de 13.

Les corrélations entre variables explicatives qui persistent sont la date de semis et nombre de désherbage (-0,58), le délai du premier épandage d'engrais et l'apport de matière organique (-0,52) et le délai de réalisation du premier traitement et la moyenne de cotation d'enherbement (-0,65). Ces corrélations semblent plus dues au hasard que refléter une stratégie des producteurs.

La régression multiple pas à pas réalisée sur ces parcelles donne l'équation suivante :

Rendement (kg/ha) = 152 X codage apport MO + 315 X nombre sarclages mécaniques - 43 délais du premier traitement - 223 topo-séquence + 3985 expliquant 96 % de la variabilité des rendements coton-graine.

L'apport de matière organique apparaît être plus efficace pour booster le rendement sur des parcelles de mauvaise fertilité que l'apport d'une dose accrue d'urée. On retrouve l'effet négatif d'une position de la parcelle en bas de topo-séquence et les variables telles que le délai de premier traitement impacte significativement le rendement de même qu'une variable liée à la gestion de l'enherbement.

### 5.2.5 Quatrième groupe de parcelles

Ces parcelles sont de mauvaise fertilité avec un apport d'urée autour des recommandations. Elles sont au nombre de 6.

Des corrélations entre variables explicatives subsistent entre la date de semis et doses NPK épandues (-0.95) et entre apports organiques et doses urée épandues (0.99). Les producteurs des parcelles de ce groupe ont comme stratégie de mettre plus d'engrais NPK sur les parcelles semées précocement et moins d'urée sur les parcelles ayant reçu de la matière organique. Ces quatre variables (dates de semis, apports de matière organique, doses NPK et urée) ont tendance à se compenser et pourront de ce fait ne pas apparaître comme variables explicatives.

Une régression multiple pas à pas donne les résultats suivants pour ces parcelles :

Rendement (kg/ha) = 520 X nombre de traitements + 477 X nombre de désherbages (mécaniques ou chimiques) – 2 082

Ces deux variables expliquent 96 % des variations de rendement.

Ce résultat met en avant les impacts importants de la protection phytosanitaire et du maintien des adventices dans l'obtention d'un bon rendement.

### 5.2.6 Synthèse village de Kokey

La fertilité des parcelles est un facteur impactant fortement la production de coton-graine, les rendements obtenus sur parcelles jugées fertiles par les producteurs permettant en moyenne un gain de 581 kg/ha de coton-graine par rapport aux parcelles de mauvaise fertilité. Les stratégies des producteurs pour gérer la mauvaise fertilité des parcelles consistant à augmenter la dose d'urée épandue se révèle peu efficace. Par contre, des apports organiques sur ces parcelles selon leur importance permettent un gain de 150 à 300 kg/ha.

## 5.3 Village de Tchanhoun-Cossi

Le village de Tchanhoun-Cossi (10°43,519'N – 001°00,142'E) se situe dans la commune de Matéri, département de l'Atakora. La variété de coton diffusée est ANG 956.

Des corrélations significatives existent entre variables explicatives : entre les doses épandues de NPK et urée (+ 0,46) comme il a été remarqué sur d'autres sites de l'étude, entre doses de NPK épandues et densité (+ 0,33), cette corrélation positive pouvant résulter du mode d'apport de l'engrais au poquet. La corrélation entre dates de semis et épandage de NPK (-0,45) qui a déjà été repérée sur d'autres sites de l'étude a pour conséquence de contrecarrer les effets de ces deux variables et nécessite un partage des parcelles avant d'opérer une régression multiple. Celui-ci est illustré en Figure 18.

Les impacts des doses de NPK sont ainsi mis en évidence (+ 217 kg/ha de rendement pour un supplément d'apport de NPK de 45 kg/ha, soit une efficacité de l'engrais calculée de 4,8 kg de NPK par kg d'engrais ajouté). Mais il faut noter que les parcelles ayant reçu plus de NPK ont également reçu plus d'urée (en moyenne + 7 kg/ha d'urée), donc l'efficacité réelle de l'engrais est de 4,1.

Les impacts des dates de semis sont ainsi aussi mis en évidence avec une perte moyenne de rendement de 16 et 9 kg/ha par jour de retard au semis pour les parcelles ayant reçu respectivement des doses moyennes et faibles de NPK.

### 5.3.1 Premier groupe de parcelles

Ce groupe est constitué de 12 parcelles ayant reçu de faibles doses de NPK avec des semis tardifs.

Il persiste de nombreuses corrélations entre variables explicatives dans ce groupe avec notamment une corrélation négative entre les doses épandues d'engrais et le nombre de flacons d'insecticides utilisés (- 0,78) et positive entre les délais de réalisation des premiers apports d'engrais et d'insecticides (+ 0,66).

La régression linéaire multiple ne fait ressortir pour ce groupe qu'une seule variable impactant le rendement : la fertilité des parcelles.

Rendement (kg/ha) = 594 X code fertilité parcelle – 133 expliquant 78 % de la variabilité des rendements coton-graine.

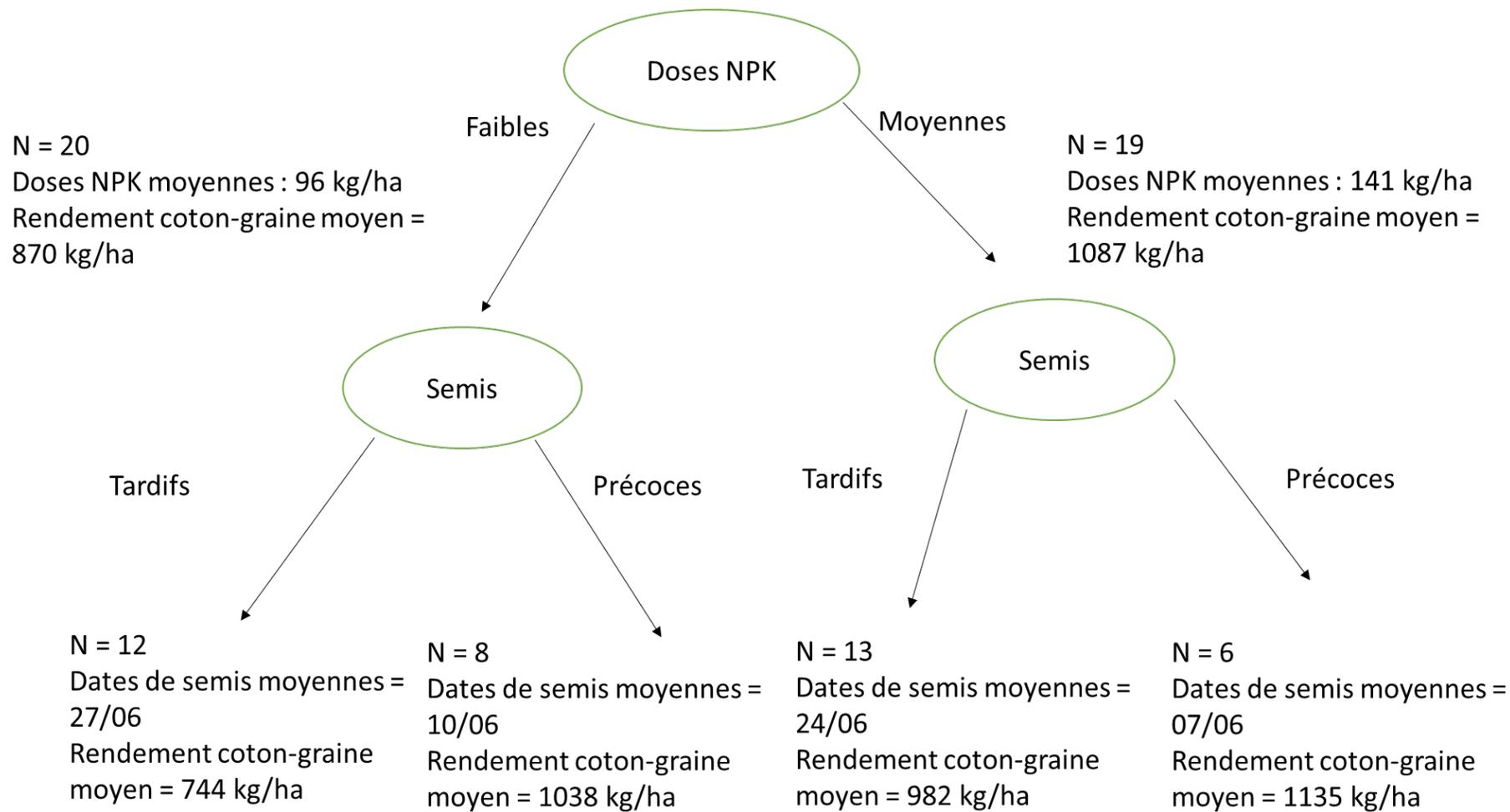


Figure 18 : groupes de parcelles en fonction des doses de NPK épandues et des dates de semis à Tchanhoun-Cossi

A Tchanhoun-Cossi, les sols sont de façon générale peu fertiles : il y a de nombreux affleurements de cuirasses sur les parcelles. La profondeur du sol doit être faible et les caractéristiques de sols peu favorables. Il n'est donc pas étonnant d'avoir un impact aussi important de la fertilité des sols sur le rendement.

### 5.3.1 Deuxième groupe de parcelles

Ce groupe est constitué de 8 parcelles ayant reçu de faibles doses de NPK avec des semis précoces.

Les interactions entre variables explicatives qui persistent sont celles entre nombre de traitements et dates de semis (+ 0,94) indiquant que les semis précoces reçoivent plus de traitements insecticides et les doses d'engrais épandues et le nombre de désherbage.

La régression linéaire multiple sur ce groupe de parcelles fait ressortir deux contraintes au rendement liées à la gestion de l'enherbement :

Rendement (kg/ha) = 418 X cotation moyenne enherbement + 227 X nombre de désherbages - 2469 expliquant 96 % de la variabilité des rendements coton-graine.

### 5.3.2 Troisième groupe de parcelles

Ce groupe est constitué de 13 parcelles ayant reçu des doses moyennes de NPK avec des semis tardifs.

Dans ce groupe de parcelles, dates de semis et quantités d'engrais épandue sont encore corrélées négativement (-0,52). Les producteurs de ce groupe ont tendance à épandre plus d'engrais sur les semis précoces.

La régression linéaire multiple donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = 0,64 X minimum des cotations d'enherbement + 0,42 X doses engrais - 639 expliquant 61 % de la variabilité des rendements coton-graine.

Les rendements de ce groupe de parcelles sont assez homogènes. Deux variables impactent les rendements, la cotation minimum d'enherbement et la dose d'urée, mais de façon modérée.

### 5.3.3 Quatrième groupe de parcelles

Ce groupe est constitué de 6 parcelles ayant reçu des doses moyennes de NPK avec des semis précoces.

Des corrélations significatives persistent entre la fertilité et (i) la date de semis (+ 0,84), (ii) le délai du premier épandage d'engrais (+ 0,73) et (iii) la cotation moyenne d'enherbement (- 0,75). Les parcelles fertiles se trouvent ainsi défavorisées par des stratégies de compensation. La corrélation avec la cotation d'enherbement peut résulter du fait que des parcelles fertiles s'enherbent plus vite. Il existe également une corrélation entre doses d'engrais et nombre de flacons insecticide épandues (+ 0,98).

La régression linéaire multiple ne fait ressortir que l'effet de la date de semis :

Rendement (kg/ha) = - 142 X délai de semis - 4387 expliquant 93 % de la variabilité des rendements coton-graine.

La corrélation entre fertilité des sols et délai de semis explique ce coefficient de régression qui se trouve surévalué.

### 5.3.4 Synthèse village de Tchanhoun-Cossi

Les facteurs influençant les rendements à Tchanhoun-Cossi sont pour l'ensemble des parcelles en premier lieu les dates de semis et de façon importante et en second lieu les doses de NPK épandues. Pour certains groupes de parcelles, les problèmes d'enherbement réduisent les rendements ainsi que la mauvaise fertilité des sols.

## 5.4 Village de Kominguéa

Le village de Kominguéa (09°26,837'N ; 002°37,527'E) se situe dans la commune de N'Dali, département du Borgou. La variété de coton diffusée est OKP 768.

Les seules corrélations significatives entre variables explicatives sont celles entre les doses épandues d'urée et le nombre de traitement (0,49) indiquant ainsi que les producteurs qui appliquent des doses importantes d'urée font également plus de traitement. Cette corrélation positive n'empêche pas de réaliser une régression multiple pas à pas qui donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = -245 X codage position topo-séquence + 270 X codage apport matière organique + 123 X nombre de désherbages chimiques + 818 expliquant 66 % des variations de rendement observées.

La particularité de ce village est que les pratiques culturales sont assez homogènes. Cependant comme déjà observé dans d'autres village, une position en bas de topo-séquence impacte négativement le rendement en raison probablement d'excès d'eau pendant certaines périodes de l'année. On observe de la même façon un impact de l'apport organique (+270 kg/ha de coton-graine pour un apport modéré jusqu'à 540 kg/ha de coton-graine pour un apport important). Le nombre de désherbages chimiques (utilisation d'herbicide total avant semis, herbicides de prélevée ou de post-levée) impacte positivement le rendement. Un bon maintien de l'enherbement se révèle positif sur la production de coton-graine.

## 5.5 Village de Béroubouay

Le village de Béroubouay (10°32,066'N – 002°43,457'E) se situe dans la commune de Bembèrèkè, département du Borgou. La variété de coton diffusée est OKP 768.

Il existe une corrélation significative entre la date de semis et le nombre de traitements (-0,47) indiquant que les semis précoces reçoivent moins de traitements. La précocité des semis et le nombre de traitements plus important permettent l'obtention de meilleurs rendements (Figure 19).

Trois groupes de parcelles ont été constitués par rapport à ces deux variables (voir Figure 19).

### 5.5.1 *Premier groupe de parcelles*

Il est constitué de parcelles semées plutôt précocement et ayant reçu 4 ou 5 traitements insecticides. L'effectif est de 15 parcelles. Les parcelles semées tôt et ayant reçu plus de 5 traitements ne sont qu'au nombre de 3 et ne peuvent constituer un groupe pour réaliser des régressions multiples.

Pour ce groupe, il reste encore des corrélations significatives et négatives entre les quantités d'engrais épandues et le nombre de sarclages mécaniques (-0,65) ainsi qu'entre nombre de désherbages et nombre de traitements (-0,61). Ces corrélations

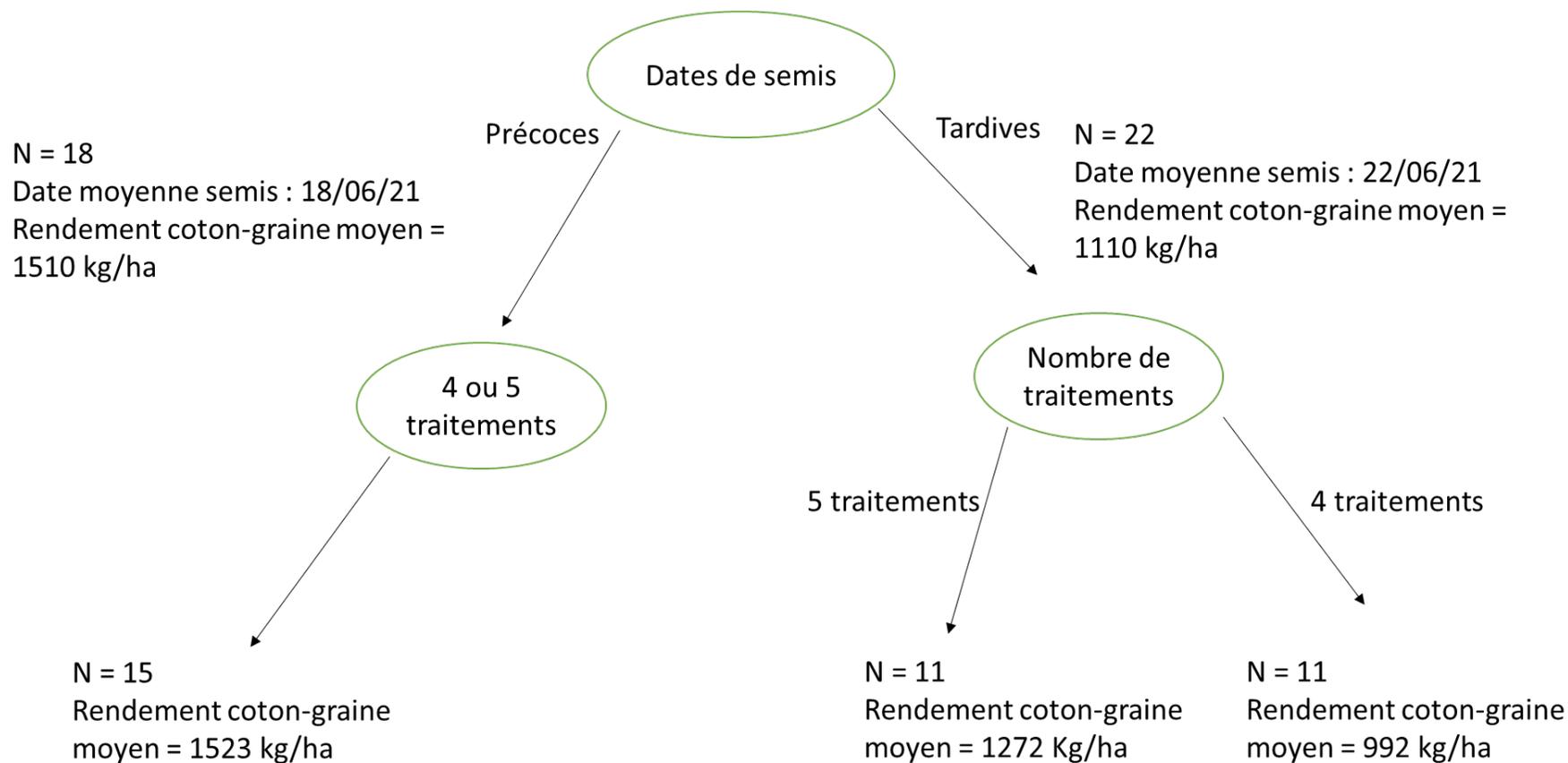


Figure 19 : groupes de parcelles en fonction de la fertilité de la parcelle et des dates de semis et du nombre de traitements à Bérubouay

ne semblent pas dénoter de stratégies évidentes des producteurs et seraient plutôt dues au hasard.

Pour ce groupe de parcelles, la régression multiple pas à pas ne fait ressortir que l'impact de la fertilité des parcelles sur le rendement :

Rendement (kg/ha) = 323 X codage fertilité + 818 expliquant 52 % de la variabilité des rendements.

Les parcelles de bonne fertilité ont en moyenne un rendement plus élevé de 323 kg/ha de coton-graine.

D'autres facteurs peuvent ne pas ressortir comme impactant significativement le rendement du fait des interactions négatives signalées plus haut.

### 5.5.2 Deuxième groupe de parcelles

Ce groupe est constituées de 11 parcelles semées plus tardivement et ayant reçu 5 traitements.

Il reste encore une corrélation significative entre la date de semis et le délai de réalisation du premier traitement (+0,69) indiquant que les parcelles semées précocement ont le désavantage de recevoir leur premier traitement insecticide plus tardivement. Cette situation a déjà été rencontré à Bensékou.

La régression multiple pas à pas donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = - 478 X codage présence d'arbres + 184 X codage fertilité - 0,91 X différence de rendement en kg/ha par rapport à la parcelle ayant reçu une protection poussée - 67 X cotation minimum d'enherbement des parcelles + 2 387 expliquant 95 % de la variabilité des rendements observée

La présence de nombreux arbres sur la parcelle impacte négativement et fortement les rendements en raison probablement de l'effet d'ombrage. La fertilité des sols est également un facteur impactant de façon significative le rendement. On constate que plus la différence entre le rendement de la parcelle de protection poussée installée à proximité et celui du rendement observé est important et moins le rendement est élevé. Ceci indique que la protection phytosanitaire n'a pas été de la même qualité sur l'ensemble des parcelles de ce groupe malgré une réalisation d'un nombre de traitements identiques. Le nombre de traitements réalisés n'est pas un indicateur satisfaisant à lui seul pour juger de la qualité de la protection réalisée. Cette différence de qualité de la protection phytosanitaire affecte les rendements obtenus. Également, les rendements des parcelles plus fortement enherbées à un moment au cours du cycle ont été impactés négativement.

### 5.5.3 Troisième groupe de parcelles

Ce groupe est constituées de 11 parcelles semées plus tardivement et ayant reçu 4 traitements.

Il reste une corrélation significative et positive entre doses apportées d'engrais et nombre de flacons d'insecticides utilisés (+0,58) indiquant que les producteurs qui épandent plus d'engrais utilisent également plus d'insecticides. Il y a également une corrélation significative et négative entre le nombre de désherbage et le délai de réalisation du premier traitement (-0,55).

Une régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelle donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = - 2,55 X différence de rendement en kg/ha par rapport à la parcelle ayant reçu une protection poussée – 0,020 X densité à la récolte + 761 expliquant 89 % de la variabilité des rendements observée.

Le même impact de la protection phytosanitaire est observé pour ce groupe de parcelles ayant pourtant reçu de façon identique 4 traitements avec un impact négatif plus prononcé avec une protection de moins bonne qualité. Une trop faible densité de plants à la récolte est également un facteur impactant négativement le rendement.

#### 5.5.4 Synthèse village de Bérubouay

Dans ce village, les facteurs impactant de façon la plus marquée le rendement sont la précocité de semis et la qualité de la protection phytosanitaire. La fertilité des parcelles affecte également la plupart des parcelles avec une importance variable selon les groupes. On note pour certaines parcelles un effet négatif de la présence d'arbres et de faibles densités ainsi que d'un moins bon maintien de l'enherbement.

### 5.6 Village de Ouénou

Le village de Ouénou (09°51,367'N ; 002°43,086'E) se situe dans la commune de N'Dali, département du Borgou. La variété de coton diffusée est OKP 768.

Les corrélations significatives entre variables explicatives concernent les doses épandues d'engrais NPK et d'urée (+ 0,65) et les doses d'engrais épandues et le nombre de flacons utilisées (+ 0,44), indiquant que les producteurs qui épandent plus d'engrais NPK épandent également plus d'urée, et utilisent plus de flacons insecticides. Les délais des premiers épandages d'engrais et d'insecticide sont également significativement corrélés (+ 0,47) indiquant que ces retards d'épandages sont concomitants.

Il n'est pas nécessaire au vu de ces corrélations de constituer des groupes de parcelles. Une régression linéaire multiple pas à pas pour tout le village ne fait ressortir que 2 variables impactant significativement les rendements :

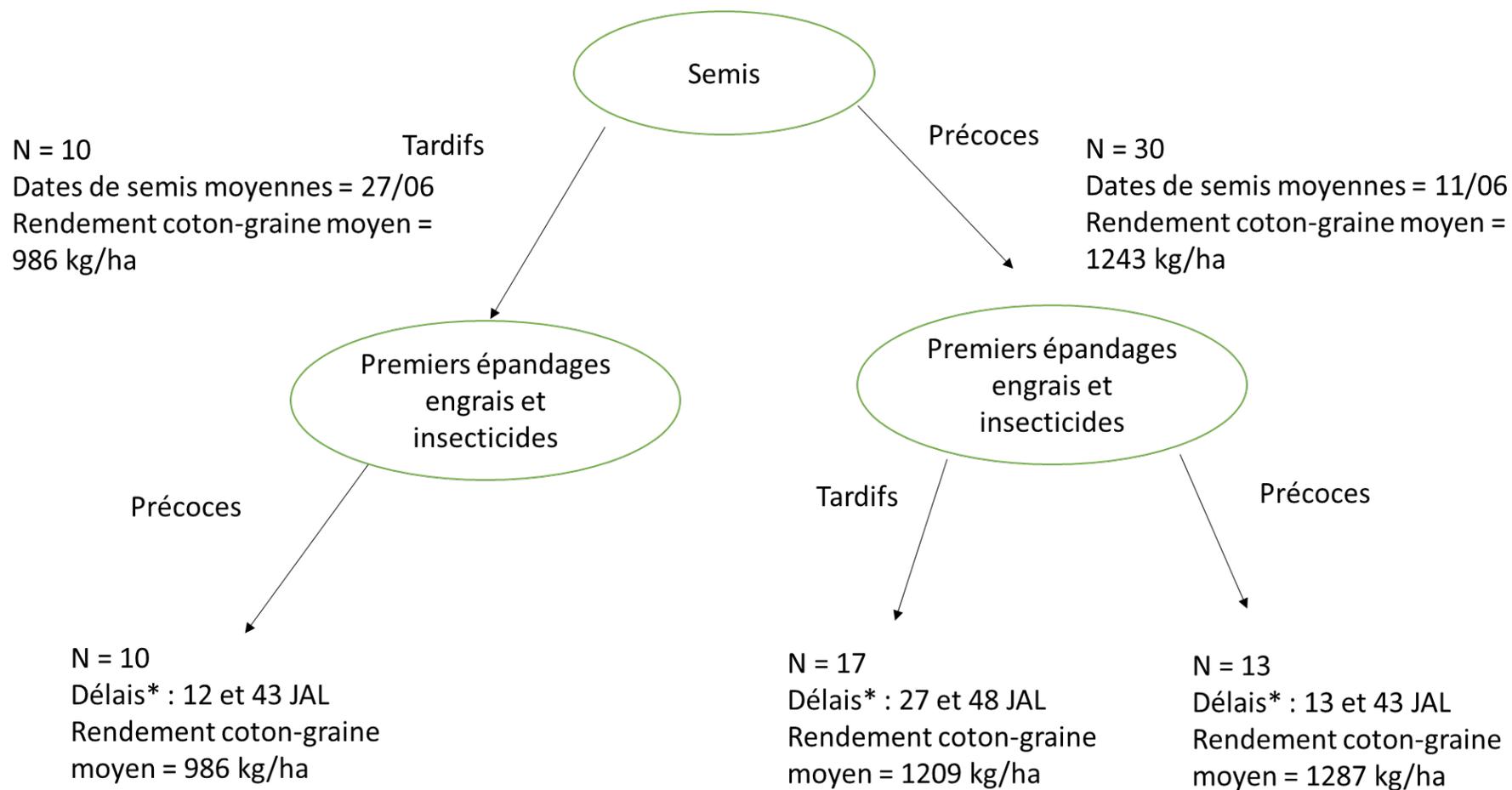
Rendement (kg/ha) = - 289 X codage présence d'arbres – 0,23 X différence de rendement en kg/ha par rapport à la parcelle ayant reçu une protection poussée + 2077 expliquant 43 % de la variabilité des rendements observée.

Ces variables impactant le rendement sont déjà apparues dans les villages précédents.

### 5.7 Village de Bougou

Le village de Bougou (09°26,579'N ; 001° 37,525'E) se situe dans la commune de Djougou département de la Donga. La variété de coton diffusée est OKP 768.

Les corrélations significatives existantes (Figure 20) entre variables concernent la date de semis et les délais d'épandage des premiers apports d'engrais et d'insecticides (- 0,32 et - 0,31 respectivement). Cette situation a été déjà observée sur d'autres sites. Il existe également une corrélation significative entre doses apportées d'engrais et nombre de flacons d'insecticides utilisés (+ 0,34).



\*Du premier épandage d'engrais et d'insecticide respectivement (Jours Après la Levée)

Figure 20 : groupes de parcelles en fonction des dates de semis et des délais de réalisation des premiers épandages d'engrais et d'insecticides à Bougou

Il est observé un effet important de la date de semis : en moyenne une différence de 257 kg de rendement en coton-graine en faveur des semis précoces et un effet plus modeste des épandages précoces des premiers engrais et insecticides de 78 kg/ha.

#### 5.7.1 *Premier groupe de parcelles*

Il s'agit de 10 parcelles semées tardivement avec des apports précoces des premiers épandages d'engrais et insecticide.

Les corrélations significatives subsistantes sont entre doses d'engrais NPK et urée épandues (+ 0,86), entre fertilité de la parcelle et doses épandues d'engrais (- 0,62) indiquant une stratégie de compensation de la part des producteurs, entre dates de semis et délais du premier épandage d'insecticide (-0,75), situation déjà rencontrée dans plusieurs sites auparavant et entre nombre de désherbages chimiques et nombre de traitements insecticides(+0,67) indiquant que les producteurs faisant plusieurs désherbages chimiques font également plus de traitements insecticides.

Dans ces conditions, la régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelles donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = + 275 X cotation moyenne enherbement + 0,032 X densité à la récolte - 2488 expliquant 82 % de la variabilité des rendements observée.

Là encore une variable liée à la qualité des gestions de l'enherbement ressort comme impactant significativement le rendement.

#### 5.7.2 *Deuxième groupe de parcelles*

Il s'agit de 17 parcelles semées précocement avec des apports tardifs des premiers épandages d'engrais et insecticide.

Les corrélations significatives subsistantes sont entre doses d'engrais NPK et urée épandues (+ 0,78), entre doses épandues d'engrais épandues et nombre de flacons d'insecticides utilisés (+ 0,46).

Une régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelle donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = + 337 X cotation moyenne enherbement – 0,19 X délais réalisation premier traitement - 276 expliquant 75 % de la variabilité des rendements observée.

Des variables liées à la qualité des gestions de l'enherbement et de la protection phytosanitaire ressortent comme impactant significativement le rendement.

#### 5.7.3 *Troisième groupe de parcelles*

Il s'agit de 13 parcelles semées précocement avec des apports précoces des premiers épandages d'engrais et insecticide.

Les corrélations persistantes sont entre épandages d'engrais NPK et urée (0,88) et entre date de semis et nombre de désherbage (-0,54) cette dernière corrélation indiquant que les semis précoces du fait de leur mise en place plus tôt ont bénéficié de désherbage plus nombreux.

Une régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelles donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = - 300 X codage topo-séquence – 0,19 X différence de rendement en kg/ha par rapport à la parcelle ayant reçu une protection poussée + 2015 expliquant 86 % de la variabilité des rendements observée.

Ces variables explicatives du rendement ont déjà été observées sur des sites précédents. Elles font notamment partie des variables de qualité de la protection phytosanitaire.

#### 5.7.4 Synthèse village de Bougou

Les variables explicatives dates de semis, délais des premiers épandages des engrais et insecticides, cotation moyenne d'enherbement impactent le rendement du quasi ensemble des parcelles, et sur certaines parcelles, la densité à la récolte ainsi que la position dans la topo-séquence également.

### 5.8 Village de Kpakpavissa

Le village de Kpakpavissa (08°05,111'N ; 002° 06,926'E) se situe dans la commune de Savalou département des Collines. La variété de coton diffusée est OKP 768.

Les corrélations significatives entre variables explicatives (concernent la position dans la topo-séquence et la fertilité des sols (+ 0,32) indiquant que les producteurs considèrent que des parcelles en bas de topo-séquence sont de meilleure fertilité, les doses épandues d'engrais NPK et urée (+ 0,67) et doses d'engrais NPK épandues et nombre de flacons d'insecticides utilisés (+ 0,52), et les dates de semis et délais du premier épandage d'engrais (- 0,33), situations déjà rencontrées sur des sites précédents (Figure 21).

A partir de ces corrélations 4 groupes de parcelles sont constituées (Figure 21).

Contrairement aux autres sites, les dates de premier épandage d'insecticides ont un effet très modeste sur le rendement et l'effet des dates de semis ont un effet mitigé.

#### 5.8.1 Premier groupe de parcelles

Il s'agit de 19 parcelles semées tardivement avec des apports tardifs du premier épandage d'insecticides.

Les corrélations significatives persistantes entre variables explicatives concernent les dates de semis et les doses épandues d'engrais NPK (- 0,61) indiquant que dans ce village cette fois les producteurs privilégient les semis précoces en ce qui concerne les doses d'engrais. Les semis tardifs bénéficient par contre de désherbages plus nombreux (+ 0,85). Les doses épandues d'engrais NPK et urée sont également corrélées (+ 0,89).

Dans ces conditions, une régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelle ne fait apparaître aucune variable expliquant le rendement avec une probabilité < 0,05). La régression suivante a une probabilité < 0,14 :

Rendement (kg/ha) = - 26 X délais du premier épandage d'insecticide + 330 X cotation moyenne d'enherbement + 498 expliquant 70 % de la variabilité des rendements observée.

Deux variables liées aux gestions de l'enherbement et des ravageurs ressortent.

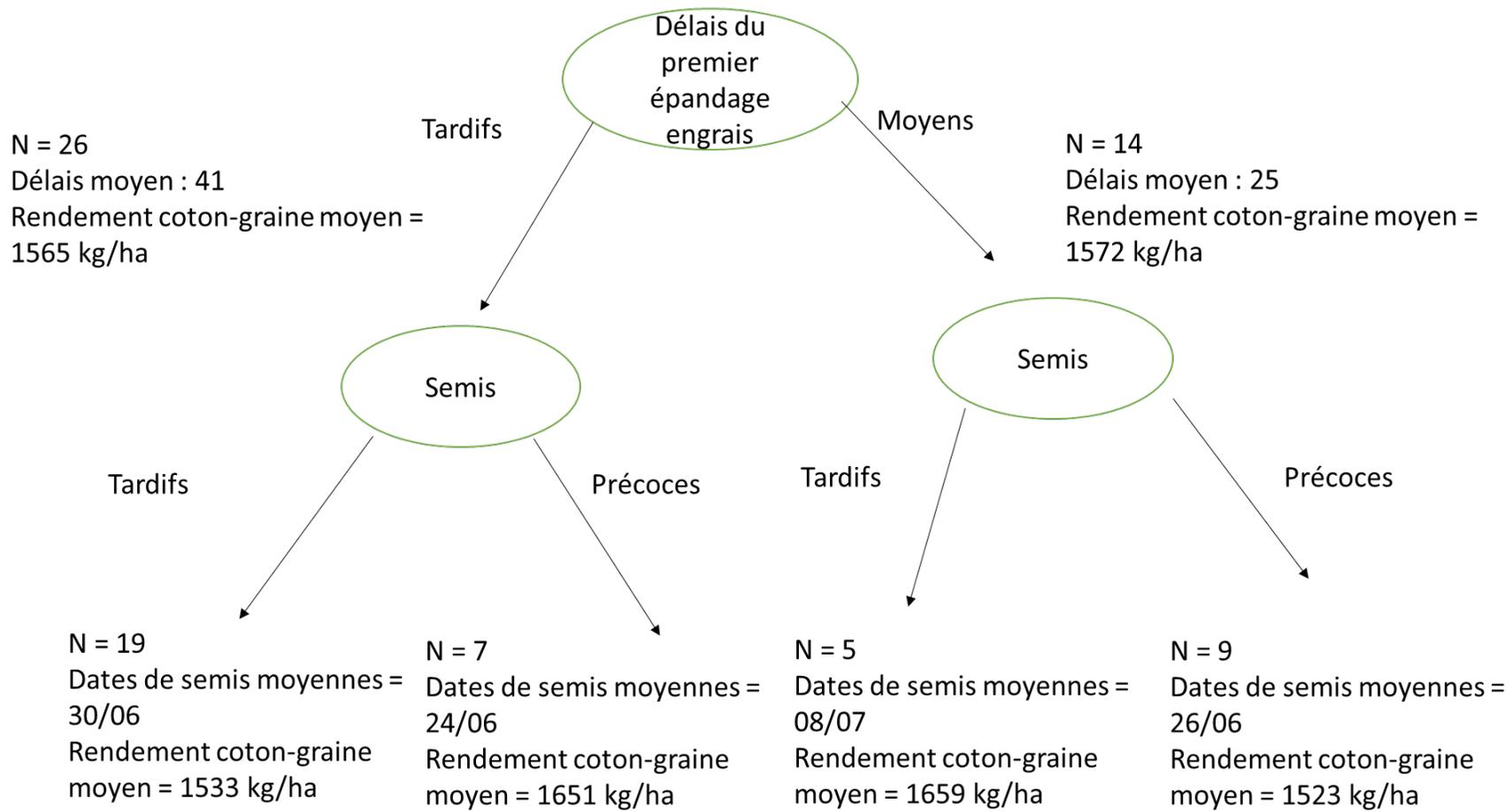


Figure 21 : groupes de parcelles en fonction et des délais de réalisation des premiers épandages d'insecticides et des dates de semis Kpakpavissa

### 5.8.2 Deuxième groupe de parcelles

Il s'agit de 5 parcelles semées tardivement avec des dates d'apports moyens du premier épandage d'insecticides.

Les corrélations significatives persistantes entre variables explicatives sont de même nature que celles du premier groupe de parcelles et concernent les dates de semis et les doses épandues d'engrais NPK (- 0,78), Les dates de semis et le nombre de désherbages plus nombreux (+ 0,78). Les doses épandues d'engrais NPK et urée sont également corrélées (+ 0,99).

Dans ces conditions une régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelles donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = + 660 X nombre de flacons d'insecticides utilisés + 957 X cotation moyenne d'enherbement - 16046 expliquant 99 % de la variabilité des rendements observée.

Deux variables liées aux gestions de l'enherbement et des ravageurs ressortent comme pour le premier groupe de parcelle.

### 5.8.3 Troisième groupe de parcelles

Il s'agit de 9 parcelles semées précocement avec des dates d'apports moyens du premier épandage d'insecticides.

Les corrélations significatives persistantes entre variables explicatives montrent que ce sont cette fois les semis précoces qui sont privilégiés par des apports d'engrais (+ 0,97) et le nombre de flacons utilisés (+ 0,81). Les quantités d'engrais et de flacons d'insecticides utilisés sont également corrélés (+ 0,89).

Dans ces conditions une régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelles donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = + 29 X doses urée (kg/ha) + 276 X nombre de traitements - 1343 expliquant 99 % de la variabilité des rendements observée.

Le fort coefficient de la régression pour l'urée est surestimé : il découle des corrélations avec les autres facteurs et contient les effets cumulatifs de l'urée, le nombre de flacons insecticides et l'engrais NPK.

### 5.8.4 Quatrième groupe de parcelles

Il s'agit de 9 parcelles semées précocement avec des apports tardifs du premier épandage d'insecticides

Les corrélations significatives persistantes entre variables explicatives se limitent à celles entre doses NPK et urée épandues (+ 0,90) et entre doses d'urée et nombre de flacons insecticides (- 0,48).

Dans ces conditions une régression linéaire multiple pour ce groupe de parcelles donne les résultats suivants :

Rendement (kg/ha) = + 656 X codage topo-séquence + 1,82 X doses NPK (kg/ha) + 81 expliquant 69 % de la variabilité des rendements observée.

Cette fois, les parcelles en bas de topos-séquence obtiennent de meilleurs rendements.

### 5.8.5 Synthèse village Kpakpavissa

Ce village se distingue des autres par un effet très modéré des dates de semis et du délai du premier épandage d'engrais.

Par contre des variables liées aux gestions de l'enherbement et des ravageurs ressortent comme dans les autres sites comme impactant le rendement. Il est noté aussi un effet des doses d'urée et d'engrais NPK.

## 5.9 Village d'Adjozoumné

Le village d'Adjozoumné (07°21,054'N ; 002°34,074'E) se situe dans la commune de Kétou du département du Plateau. La variété de coton diffusée est la KET.

Les corrélations significatives entre variables explicatives concernent uniquement les dates de semis et le délai de premier épandage d'insecticides (- 0,37).

De ce fait il est possible de faire une régression linéaire multiple pour l'ensemble des parcelles du village :

Rendement (kg/ha) = + 94 X nombre de traitements + 4,41 X doses urée (kg/ha) + 23,8 X troisième cotation enherbement + 117 expliquant 67 % de la variabilité des rendements observée.

Des variables liées à la gestion de l'enherbement et de la qualité de la protection phytosanitaire apparaissent également dans ce village comme contraintes aux rendements observés.

## 5.10 Synthèse des résultats des 9 villages

Le Tableau 41 regroupe les résultats décrits plus haut dans chacun des villages.

Pour hiérarchiser les contraintes, il faut voir en premier lieu l'estimation du nombre de parcelles impactées par celui-ci. Cette donnée est assez fiable. L'importance de l'impact est ensuite à regarder, mais cette valeur donnée la plupart du temps par les régressions linéaires multiples est souvent imprécise par nature.

La gestion de l'enherbement impacte plus de la moitié des parcelles de l'échantillon suivi avec des valeurs importantes.

Vient ensuite la date de semis (46 % des parcelles impactées) avec un coefficient moyen sur l'échantillon suivi d'une perte de 17 kg/jour de retard. Ce coefficient est inférieur aux données de la littérature qui indique des pertes d'environ 40 kg/jour de retard. Mais des stratégies de compensations diminuent l'effet des dates de semis : des producteurs privilégient les semis tardifs pour les doses d'engrais. D'autre part les semis précoces souffrent dans de nombreux cas de délais de premiers épandages d'engrais et d'insecticides plus importants. Tout se passe comme si ces épandages étaient réalisés pour toutes les parcelles de l'exploitation ou même du village à une même période défavorisant ainsi les semis précoces.

La qualité de la protection phytosanitaire impacte 44 % des parcelles de façon importante. Le nombre de traitements insecticides impacte le rendement ainsi que le délai d'application du premier épandage d'insecticide. Beaucoup de producteurs ne se fient pas à la fiche technique pour déclencher la protection des cotonniers et se basent sur la présence de ravageurs pour ce faire.

**Tableau 41 : Récapitulatif des variables impactant le rendement dans les villages du diagnostic**

Facteur explicatif des rendements observés	Nombre parcelles concernées	Taux de parcelles concernées	Effets sur les rendements observés
Gestion de l'enherbement	182	52 %	En moyenne un désherbage ou le gain d'une unité de cotation d'enherbement fait gagner 123 kg/ha de rendement
Dates de semis	158	46 %	En moyenne -17 kg/ha de rendement par jour de délais de semis (par rapport au 01 juin)
Qualité de la protection phytosanitaire	154	44 %	Un traitement supplémentaire fait gagner en moyenne 197 kg/ha de rendement et le un retard d'application du premier traitement fait perdre 10 kg/ha de rendement par jour de retard en moyenne.
Doses d'engrais épandues	149	43 %	L'efficience moyenne de l'engrais NPK et de l'urée est de 3,7 kg de gain de rendement par kg d'engrais ajouté
Fertilité de la parcelle	82	24 %	En moyenne les parcelles déclarées comme fertiles par les producteurs ont un rendement supérieur de 497 kg/ha aux autres
Application de matière organique	48	14 %	L'application de matière organique fait gagner par niveau d'apports (faible et important) 238 kg/ha de rendement
Position par rapport à la topo-séquence effet 1	77	22 %	La position de la parcelle en bas de topos-séquence fait perdre en moyenne 209 kg/ha de rendement
Position par rapport à la topo-séquence effet 2	9	3 %	La position de la parcelle en bas de topos-séquence fait gagner en rendement (coefficient peu fiable)
Densité à la récolte	33	10 %	Une meilleure densité de plants à la récolte fait gagner en moyenne 27 kg/ha de rendement par 1 000 plants/ha supplémentaires

Les doses d'engrais épandues affectent le rendement. Il est difficile dans l'échantillon de l'étude de séparer l'effet de l'engrais complet NPKSB de l'effet de l'urée car l'importance de deux doses appliquées sont corrélées : les producteurs mettant plus d'engrais complet NPKSB mettent également plus d'urée sur leurs parcelles. L'efficacité de l'engrais est de 3,7 en moyenne. Obtenir des producteurs les doses effectivement appliquées n'est pas toujours facile ce qui peut induire des distorsions dans ces résultats.

Certains producteurs appliquent plus d'engrais notamment l'urée sur les parcelles qu'ils jugent peu fertiles ou quand le développement des plants est retardé. Cette stratégie s'avère peu efficace au niveau des rendements obtenus avec une très faible efficacité de l'urée apportée. Par contre les stratégies de compensation par des apports de matières organiques appliquées sur des parcelles fatiguées (parcages ou apports de fumiers ou composts) sont plus efficaces. Elle concerne cependant peu de parcelles.

La fertilité des sols a été caractérisée par les producteurs eux-mêmes qui ont désigné une parcelle qu'ils jugent fertile et une seconde dégradée en attendant les résultats des analyses de sols qui permettront une meilleure caractérisation de cet état de fertilité des parcelles. Tel que caractérisé, cet état de fertilité affecte moins de parcelles de l'échantillon, mais de façon très marquée avec une différence entre les deux catégories de parcelles de près de 500 kg/ha.

Les densités de plants à la récolte ont été perçues comme affectant le rendement sur une minorité de parcelles.

Enfin, la position en bas de topo-séquence de certaines parcelles a été observée comme un facteur défavorable par rapport aux rendements obtenus.

Les facteurs impactant le plus les rendements relevés dans le diagnostic du PARCOB en 2002<sup>6</sup> sont rappelés au Tableau 43.

Les principales contraintes sont analogues à celle repérées dans le présent diagnostic : niveaux d'enherbement des cultures en premier lieu, protection phytosanitaire, fertilité des terres et dates de semis ensuite.

### **5.11 Recommandations par rapport aux principales contraintes à la production de coton-graine**

L'ensemble des contraintes à l'obtention de meilleurs rendements découle d'écarts constatés des pratiques culturales réalisées par les producteurs par rapport aux recommandations. Un meilleur respect de la fiche technique doit donc être un objectif guidant le conseil agricole et la recherche.

Ces écarts ont pour origine une difficulté pour les producteurs à effectuer les opérations en temps opportun et de façon suffisamment effective (dates de semis, délais de réalisation des épandages d'engrais et d'insecticides, gestion de l'enherbement, ...). Les innovations à mettre au point doivent porter sur une

---

<sup>6</sup> Extrait de B. Fadoegnon, E. Gérardeaux et F. Okry. 2002. Etude des pratiques paysannes et DIAGNOSTIC DES FACTEURS DE VARIATION Du RENDEMENT des cotonniers au Bénin, PARCOB Composante I, INRAB, CIRAD, 103 p.

facilitation de ces opérations. La mécanisation de l'agriculture peut permettre cette amélioration.

Il est important d'améliorer la protection phytosanitaire des cotonniers et la gestion de l'enherbement.

**Tableau 42 : tableau récapitulatif des principales contraintes à la production de coton graine repérées par le diagnostic PARCOB en 2002.**

Communes	Socio-économiques	climatiques	biologiques	Technique	autres
Kétou		Semis trop tardif pour la durée de cycle		Diffusion de l'information technique. Protection insuffisante Fertilisation insuffisante	
Aplahoué			Fertilité des sols <b>Enherbement !</b>	Diffusion de l'information technique. Démariage tardif. Faibles densités. Protection insuffisante Fertilisation tardive	
Zogbodomey	<b>Accès au crédit et au foncier (qualité des sols, plantations)</b>		Fertilité des sols	Diffusion de l'information technique. Protection insuffisante	
Savalou			<b>endocarpiques</b>	Protection insuffisante	
N'Dali		<b>Semis tardifs :pic de minéralisation</b>	Endocarpiques, acariens		
Djougou	Accès au crédit et au foncier (qualité des sols, plantations)		Endocarpiques, acariens		
Bembéréké	Accès au crédit	Semis tardifs : pic de minéralisation	Enherbement	Densité	
Kandi	Accès au crédit et aux terres fertiles	Semis tardifs :pic de minéralisation et durée de cycle			
Matéri	Accès au bonne terres	Durée de cycle		Programme de protection	Enclavement

Si le système d'une protection sur calendrier actuellement préconisée peut être avantageusement remplacée par une lutte sur seuil, il importe de bien en définir la méthodologie.

La gestion de l'enherbement par les producteurs repose aussi bien sur l'utilisation d'herbicides que sur des luttés mécaniques (sarclages, sarclo-buttagé). Il est important de ne pas limiter la recherche sur cet aspect à l'homologation de produits herbicides et de mettre en place un volet de recherche sur la gestion intégrée de l'enherbement.

Enfin, l'état de fertilité des parcelles doit être améliorée par des recommandations sur de meilleures gestions de la biomasse produite faisables à plus grande échelle qu'actuellement et par des techniques d'agroécologie.

## 6 Hiérarchisation des facteurs impactant la qualité de la production cotonnière

La qualité du coton-coton-graine se traduit par le rendement égrenage qui est très important pour l'acteur des égreneurs de la filière, la qualité des graines de coton produites et les caractéristiques technologiques de la fibre.

La qualité des graines de coton n'a été observée que par le seed-index. Les résultats des analyses de fibre qui sont venus très récemment seront interprétés ultérieurement.

### 6.1 Rendement égrenage

Le rendement égrenage est un facteur dépendant fortement de la variété. Trois variétés sont diffusées au Bénin :

- la variété ANG 956 (Alibori et Atacora) ;
- la variété OKP 768 (Borgou, Donga et Collines)
- la variété KET 782 (Zou, Mono/Couffo et Ouémé/Plateau).

Considérant ces aspects, il sera fait directement une hiérarchisation des contraintes des pratiques culturales sur cette variable par variété.

#### 6.1.1 *Variété ANG 956*

Le rendement égrenage en 2021 de cette variété a été reporté comme en baisse de 1,5 point par les égreneurs qui a interpellé la recherche sur les causes de cette baisse.

3 villages de l'étude a cette variété en culture : Tchanhoun-Cossi, Kokey et Bensékou.

Pouvaient être mis en cause une défektivité dans le schéma de multiplication de la variété, une forte érosion des caractéristiques de la variété cultivée depuis plusieurs années, des problèmes de traitement industriels à l'égrenage ou des conditions de culture.

Les résultats du DA ont permis de privilégier l'hypothèse des conditions de culture :

Une régression linéaire multiple pas à pas sur les principales variables de pratiques culturales et d'état culturaux fait ressortir significativement les impacts des facteurs suivants :

Rendement égrenage = - 0,079 X délai semis (nombre de jours après le 01/06/2021) – 0,039 X Délais de réalisation du premier traitement (JAL) + 0,027 X Densité à la récolte (en 1000 plants/ha) + 43.4

Des trois facteurs explicatifs, celui qui a le plus d'effet est le délai de semis. Ainsi 10 jours de retard de semis fait perdre 0,79 point à l'égrenage.

#### 6.1.2 *Variété OKP 768*

Cette variété, diffusée dans le Centre-Nord et le Centre n'a pas poser de problème de baisse de rendement à l'égrenage en 2021 selon les égreneurs. Elle concerne les villages de Bérubouay, Ouénou, Bougou, Kominguéa et Kpakpavissa.

La régression linéaire multiple pas à pas fait ressortir 3 facteurs explicatifs :

Rendement égrenage = - 0,085 X délai semis (nombre de jours après le 01/06/2021) + 0,37 X Densité à la récolte (en 1000 plants/ha) - 0,88 X Codage pente + 52,8

Deux facteurs identiques que pour la variété ANG, délais de semis et densité à la récolte expliquent significativement le rendement égrenage de la variété OKP.

Le codage pente (de 1 pour une pente nulle à 3 pour une forte pente) entre également comme facteur explicatif. Une hypothèse serait une perte plus importante d'eau par ruissellement et une moins bonne satisfaction en eau des plantes. Ceci pourra être vérifié avec les indicateurs de climat.

Ce qui est surprenant, c'est que la variété OKP soit aussi sensible, voir plus que la variété ANG par rapport à la date de semis alors que les égreneurs ne l'ont pas incriminée.

Les conditions de semis sur les parcelles observées sont pourtant analogues, même si un peu plus variables avec la variété OKP (Tableau 43).

Par exemple, les Figure 22 et Figure 23 montrent qu'avec 25 jours de semis après le 01/06/21, le rendement égrenage pour les variétés ANG 956 et OKP 768 sont respectivement de 41,5 et 44.5 %.

Mais l'échantillon des parcelles du DA est réalisé de sorte d'avoir un équilibre entre les différentes dates de semis, ce qui n'est pas le reflet de ce qui se passe en milieu réel. Il se peut que pendant la saison de culture 2021, les retards de semis aient été plus importants dans le Nord où est cultivée la variété ANG 956 que dans le Centre-Nord et le Centre où est cultivée la variété OKP 768 sans que cela n'apparaisse dans les parcelles suivies dans le DA

**Tableau 43 : variations des dates de semis et du rendement égrenage observés pour les variétés ANG 956 et OKP 768**

Valeurs observées	ANG 956	OKP 768
Moyenne rendement égrenage (%)	42	45
Minimum rendement égrenage (%)	36	40
Maximum rendement égrenage (%)	45	48
Ecart-type rendement égrenage (%)	1,1	1,4
Moyenne délais semis (nombre de jours après le 01/06/21)	18	17
Minimum délais semis (nombre de jours après le 01/06/21)	3	-12
Maximum délais semis (nombre de jours après le 01/06/21)	34	56
Ecart-type délais semis (nombre de jours après le 01/06/21)	7,0	9,0

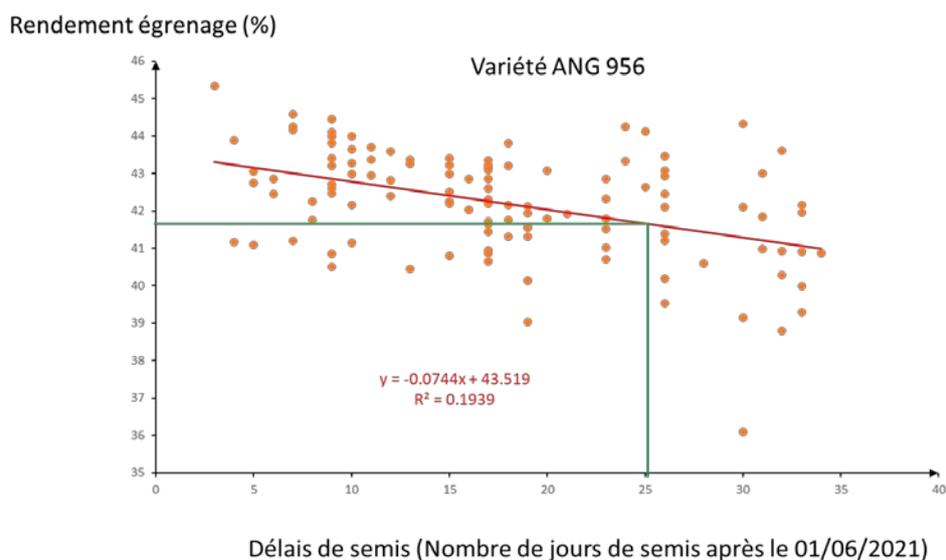


Figure 22 : rendement égrenage de la variété OKP 768 en fonction des dates de semis

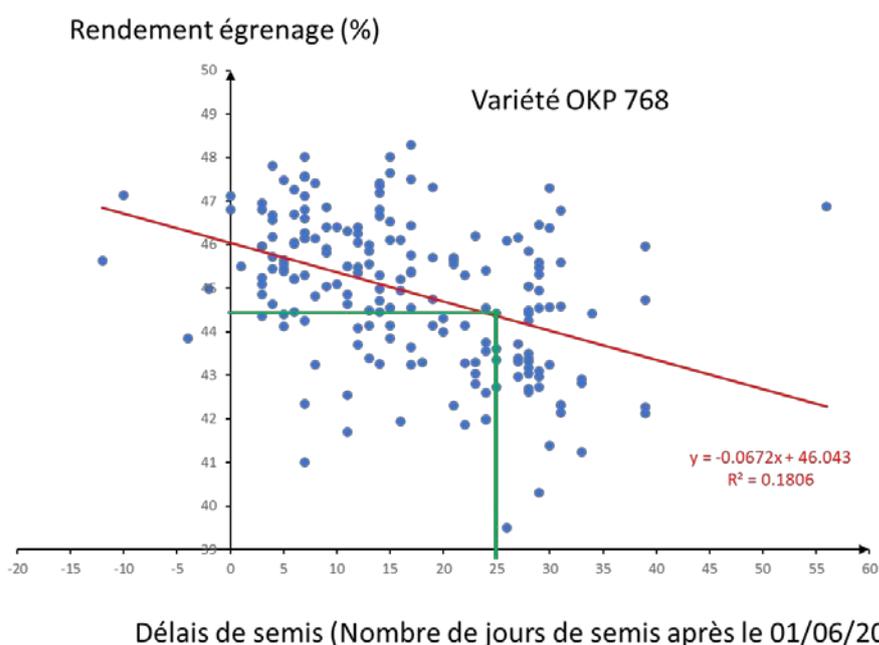


Figure 23 : rendement égrenage de la variété OKP 768 en fonction des dates de semis

### 6.1.3 Variété KET

La variété KET est diffusée dans le sud de la zone cotonnière du Bénin. Elle est diffusée dans un seul de nos villages d'étude, Adjozoumné.

La régression multiple pas à pas fait ne fait ressortir aucune variable significative au seuil de probabilité de 0,05. Ceci peut être dû au faible effectif de parcelles observées avec cette variété.

#### 6.1.4 Conclusion sur la hiérarchie des facteurs expliquant le rendement égrenage

La date de semis est donc un facteur déterminant avec la densité de semis. La croissance des fibres s'effectuant en fin de cycle, un arrêt trop précoce de l'alimentation hydrique fait baisser sa production.

L'effet positif de la densité de semis peut s'expliquer par le fait qu'une forte densité augmente la production de coton-graine mais défavorise la formation des graines par concurrence sur les ressources, la formation de graines (protéines) étant plus coûteuse pour la plante que celle de la fibre (cellulose).

Une mauvaise protection phytosanitaire a défavorisé le rendement égrenage pour la variété ANG.

Il est à noter que les autres variables susceptibles d'augmenter la production de coton-graine comme la fertilisation, la gestion de l'enherbement, etc. ne modifie pas le rendement égrenage.

## 6.2 Seed-index

### 6.2.1 Variété ANG

La régression linéaire multiple pas à pas fait ressortir 4 variables impactant significativement le seed-index :

Seed-Index (g/100 graines) = + 0,31 X codage apports MO + 0,12 X nombre de désherbages + 0,0033 Apports urée (kg/ha) + 0,2 position dans la topo-séquence + 5,4

Pour le seed-index, des facteurs liés à la nutrition de la plante sont impactantes positivement de même qu'une meilleure gestion de l'enherbement.

Le codage des apports de MO est le suivant : 1 = aucun apport ; 2 = apports faibles ; 3 = apports importants. Les différents apports sont le parcage pendant la saison sèche, l'apport de fertilisation organique (compost) ou de biomasse végétale.

La position de la parcelle dans la topo-séquence a également un impact positif, les parcelles en position basse produisant un meilleur seed-index.

### 6.2.2 Variété OKP

Pour la variété OKP, la régression linéaire multiple pas à pas fait ressortir 2 variables explicatives de façon significative :

Seed-Index (g/100 graines) = + 0,0023 X doses NPK (kg/ha) + 0,28 moyenne des cotations d'enherbement + 6,04

On retrouve un effet positif d'une variable fertilisation et la qualité du maintien de l'enherbement.

### 6.2.3 Variété KET

La régression multiple pas à pas ne fait ressortir aucune variable significative au seuil de probabilité de 0,05. Ceci peut être dû au faible effectif de parcelles observées avec cette variété.

### 6.2.4 Conclusions sur la hiérarchisation des contraintes aux seed-index

Les variables qui expliquent le seed index sont essentiellement des variables de fertilisation contrairement à celles expliquant le rendement fibre et de bonne gestion des itk.

## 7 Conclusions sur la hiérarchisation des facteurs impactant la qualité du coton-graine

Bien qu'en partie héritables, le rendement fibre et le seed-index sont impactés par les pratiques culturales. Certaines favorisent la fibre, d'autres les graines, si bien que certaines années quand la croissance de la fibre est favorisée et celle des graines défavorisées, les producteurs disent que le « coton ne pèse pas » car ils évaluent leur production par leur volume et celui-ci est constitué de plus de fibre, moins lourdes que les graines. Mais si ces facteurs impactent la proportion de fibres ou de graines, ils augmentent généralement le rendement coton-graine.

Il restera à analyser les caractéristiques technologiques avec les résultats des analyses de fibre.

## 8 Perspectives

La qualité de la production (rendement égrenage, caractéristiques technologiques de la fibre) est également à prendre en compte comme élément important de valorisation économique pour la filière. Le diagnostic agronomique peut identifier aussi les contraintes agronomiques à son élaboration. Le résultat des analyses de fibre sont attendus.

Les résultats d'analyses de sol doivent permettre de mieux caractériser l'état de fertilité des sols. Les échantillons de sols sont en cours de préparation pour analyses. La simple qualification de parcelle fertile ou dégradée ne permet pas de faire des analyses sur l'ensemble des parcelles du diagnostic et donner des résultats au niveau national. En effet le jugement donné par un producteur n'est pas une donnée générique : une parcelle jugée fertile en un lieu peut être classée dégradée dans un autre. Cette meilleure caractérisation des caractéristiques des sols peut aboutir à modifier la hiérarchisation des facteurs impactant la production de coton.

Des indicateurs par rapport à la satisfaction en eau des plantes ainsi que des paramètres tels que la radiation solaire reçue et la somme de degrés jours sont en cours d'élaboration. Ils sont calculés par l'application SARRA-H avec les données de sol, de climat provenant stations synoptiques et des dates de semis. Ces indicateurs sont également nécessaires pour permettre une analyse des données au niveau national en remplaçant la date de semis dont les valeurs ne sont pas génériques pour l'ensemble du Bénin. L'intégration de ces valeurs peut modifier la hiérarchisation des facteurs impactant la production de coton.