

RISQUE DE PULLULATION DES RAVAGEURS ET D'ÉMERGENCE DES MALADIES SUR LE COTONNIER EN CONDITION IRRIGUÉE DANS LE NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE

B. TRAORE et J. POHE*

*Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB),
Département de l'Agriculture et des Ressources Animales, Laboratoire de
Phytopathologie et de Biologie Végétales, BP 1313 Yamoussoukro*

(reçu le 21 Novembre 2020 ; accepté le 27 Décembre 2020)

* Correspondance, e-mail : pohejean@yahoo.fr

RÉSUMÉ

L'irrigation est, de nos jours, indispensable pour conduire à bien la culture du coton face au changement climatique. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact d'un système d'irrigation d'appoint d'une part, sur l'apparition et les dégâts des ravageurs et des maladies de la culture du cotonnier et d'autre part, sur le rendement en coton graine au nord de la Côte d'Ivoire. A cet effet, des observations ont été menées du semi à la récolte sur les cotonniers dans différentes parcelles, dans un dispositif en blocs complètement randomisés. Les données ont été analysées avec ANOVA à un facteur à l'aide de la version 2014 du logiciel XLSTAT. Les observations ont permis d'identifier huit (8) des treize (13) espèces de ravageurs connues sur le cotonnier. Aussi, une augmentation significative ($p \leq 0,001$) du niveau d'attaque des capsules dans les parcelles sous irrigation d'appoint a-t-elle été observée et elle l'est davantage en absence des produits agro-pharmaceutiques. Par ailleurs, les dégâts dus aux maladies n'ont été observés dans aucune des parcelles. L'attaque des capsules par les ravageurs, n'a pas eu d'influence significative sur le rendement dans les parcelles irriguées et bénéficiaires de produits agro-pharmaceutiques ($p \leq 0,001$). L'irrigation d'appoint contribue donc à une amélioration du rendement du coton sans entrave parasitaire si elle est accompagnée de l'utilisation des produits agro-pharmaceutiques. Les résultats de cette étude contribuent à une meilleure à meilleure compréhension de l'impact des systèmes d'irrigation en culture cotonnière.

Mots-clés : *irrigation d'appoint, ravageur, maladie, rendement, coton.*

ABSTRACT

Risk of pullulation of pests and emergence of diseases on cotton trees in irrigated conditions in Northern in Côte d'Ivoire

Irrigation is, nowadays, essential to the successful cultivation of cotton in the face of climate change. The objective of this study was to assess the impact of a supplemental irrigation system, on the occurrence and damage of pests and diseases in cotton crops on one hand and on seed cotton yield in northern Côte d'Ivoire on the other. To this end, observations were carried out from the sowing stage to the harvest one on cotton plants in different plots, in a completely randomized blocks design. The data were analyzed with ANOVA with one factor using the 2014 version of XLSTAT software. Observations identified eight (8) out of thirteen (13) known pest species on cotton. Also, a significant increase ($p \leq 0.001$) in the level of attack of capsules bolls in plots under supplemental irrigation was observed and is more so in the absence of agro-pharmaceutical products. Furthermore, disease damage was not observed in any of the plots. The attack of the bolls by pests did not have a significant effect on the yield in the irrigated plots treated with agro-pharmaceutical products ($p \leq 0.001$). Supplementary irrigation therefore contributes to an improvement in cotton yield without parasitic hindrance when coupled with the use of agro-pharmaceutical products. The results of this study contribute to a better understanding of the impact of irrigation systems in cotton cultivation.

Keywords : *supplemental irrigation, pest, disease, yield, cotton.*

I - INTRODUCTION

Avec le changement climatique, la production du coton graine en Afrique de l'ouest notamment en Côte d'Ivoire est fortement perturbée. En effet, la période de semis du coton, du 20 mai au 20 juin de l'année courante, préconisée par [1], ne peut plus être respectée à cause des pluies tardives. En outre, la survenance de pluies abondantes en plein cycle ou l'insuffisance de précipitations, provoque de nombreuses pertes de récolte ou la production de coton graine de mauvaise qualité. Ce manque d'eau au début du cycle entraîne des semis tardifs. Ainsi en 1914 est survenue la dégradation de la qualité de la fibre de coton suite à d'abondantes pluies en fin de cycle [2]. La conséquence immédiate ayant été la baisse du revenu des agriculteurs. Parallèlement, cette situation pourrait affecter l'activité des usines d'égrenage dont la production est intimement liée à la qualité de la matière première que constitue le coton graine. Cette activité génératrice de revenu est donc menacée de rupture par les aléas du changement climatique. Aussi, l'introduction d'une irrigation dans

le cycle cultural, est-elle une des solutions suggérées pour conduire correctement la culture à son terme. Cependant, l'apport d'eau par irrigation pourrait entraîner de nouvelles conditions environnementales, pouvant avoir une incidence sur le développement des ennemis de la culture du coton. En effet, le microclimat consécutif à l'apport supplémentaire d'eau, pourrait influencer la présence de ravageurs et de maladies de même que leur action de dégradation du rendement. Dans le monde en général et en Côte d'Ivoire en particulier, se trouvent des champignons du sol, tels que *Pythium spp*, responsables de fonte de semis, *Fusarium spp*, responsables du flétrissement des plants, les pathogènes responsables de la virescence florale et de nombreux ravageurs [2]. Le présent travail avait pour but d'évaluer l'impact de l'irrigation d'appoint sur le développement et les dégâts des ennemis de la culture du coton ainsi que sur le rendement en coton graine à l'effet de comparer la pratique courante à l'innovation que constitue l'irrigation d'appoint. Il s'agissait spécifiquement de faire l'inventaire des ravageurs et des pathogènes et de quantifier leurs dégâts ainsi que le rendement en coton graine.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une expérimentation conduite en milieu réel, en zone de production cotonnière dans le nord de la Côte d'Ivoire, a été initiée de 2017 à 2018. Ainsi, l'objectif de ce travail a été d'observer les maladies et les attaques de ravageurs, tout en évaluant l'impact d'une irrigation d'appoint sur la production du cotonnier.

II-1. Présentation du site expérimental

Le site d'expérimentation se trouve à Nidieou qui est un village dans la partie septentrionale de la zone de production du coton. Il est compris entre 9°57' et 9°59' latitude Nord et 6°35' et 6°37' de longitude Ouest. Le coton est la principale culture de rente avec une superficie variant entre 3,5 à 4,3 ha nécessitant une main d'œuvre en moyenne de 5 personnes par champs [3]. Cependant les cultures vivrières comme le riz, l'arachide, le maïs, le mil, le haricot et l'igname surclassent le coton en ce qui concerne les surfaces emblavées [3]. L'évapotranspiration journalière est de 4 mm [4].

II-2. Matériel

II-2-1. Matériel d'irrigation

L'irrigation se fait par aspersion avec une rampe (*Figure 1*) comportant 6 asperseurs (*Figure 2*) de 1 m³ par heure sur la ligne, sous une pression de 2 bars. Il a un débit de 16,67 mm par heure (*Tableau 1*). Un forage de 7 m de

profondeur, et 1 m de diamètre est creusé à la lisière de la parcelle située à 135 m de la retenue d'eau construite pour le village. Une cuve de stockage d'eau de 1000 L, servant d'appoint (**Figure 3**), est disposée sur la parcelle et alimentée par le puits. Le dispositif permet d'arroser deux fois pendant 7 minutes par jour, entre 6 et 7 h le matin, et après 17 h le soir [5, 6]. L'irrigation est déclenchée au lendemain de l'atteinte du seuil de 3 mm de pluie et/ou après 3 jours sans pluie.

Tableau 1 : Paramètres de distribution des asperseurs

Code du modèle		5022	Pression:	2 (bar)		
Buse :		mm*mm	Décharge:	1 (m ³ /hr)		
Espacement (m)	Espacement (m)	Position	Précipitation	Uniformité		
Entre asperseurs	Entre lignes	Espacement	Dose (mm/h)	CU	DU	SC
				(%)	(%)	5 %
6	10	Carrée	16.7	93	91	1,1

Coefficient d'Uniformité (CU%) $CU > 85 \% =$ Bonne distribution ; *Uniformité de la Distribution (DU %)* $DU > 75 \% =$ Bon, $DU < 67 \% =$ non acceptable ; *Coefficient de programmation (SC)* $SC < 1.2 =$ Bon, $SC > 2.0 =$ faible
 Source : JIC, 2016



Figure 1 : Rampe d'arrosage



Figure 2 : Asperseur Model 5022



Figure 3 : *Panneau solaire et réservoir de 1000 litres*

Les précipitations ont été relevées régulièrement à l'aide d'un pluviomètre (**Figure 4**) installé sur le site expérimental. Les données de température, d'humidité relative, de vitesse du vent et de pression atmosphérique ont été obtenues grâce à un site radar téléchargé sur un téléphone mobile androïde de marque Samsung. Ainsi, les besoins hydriques journaliers de la plante ont été évalués à partir de ces informations [5, 6].



Figure 4 : *Pluviomètre*

II-2-2. Intrants

Au niveau des intrants agricoles, la semence utilisée a été la variété Y616C, lot 209, provenant de l'usine d'égrainage de IVOIRE Coton à Boundiali (Nord Côte d'Ivoire). La semence, non délignée, était subdivisée en deux parts de 10 kg dont l'une a été traitée avec un mélange d'insecticide et fongicide (**Tableau 2**) et l'autre non traitée. La fumure minérale a été du NPKSB 15-15-15-6-1 Bulk B. Les traitements phytosanitaires ont été réalisés avec des produits autorisés par le service de la protection des végétaux du ministère de l'agriculture (**Tableau 2**). Il s'agit des herbicides et insecticides suivant par fenêtre d'application. Les applications d'insecticides ont été effectuées selon le programme calendaire recommandé, tous les 10 jours à partir du 35^{ème} jour jusqu'au 115^{ème} jour après levée (JAL) du cotonnier, soit 8 traitements [7].

Tableau 2 : Matières actives des produits agropharmaceutiques utilisés pour les traitements

Catégorie	Matières actives	Dose
Traitement de semences	Imidaclopride 250 g/kg + Thiram 200 g/kg	0,25 kg/100 kg
Catégories	Matières actives	Dose (L/ha)
Herbicide Total	Glyphosate 360 g/L	3
Herbicide sélectif	Propaquizafop 100 g/L	0,8
Insecticide 1 ^{ère} Fenêtre	Emamectine 48 g/L + Acétamipride 64 g/L	0,25
Insecticide 2 ^{ème} Fenêtre	Cyperméthrine 36 g/L + Profenophos 300 g/L	0,5
Insecticide Contre 2 ^{ème} génération de chenille carpophage	Indoxacarbe 240 g/L + Novaluron 80 g/L	0,2
Insecticide 3 ^{ème} Fenêtre	Acetamipride 16 g/L + cyperméthrine 72 g/L	0,5
Régulateur de croissance	Mepiquat chlorure 50 g/L	1

II-3. Dispositif expérimental

L'étude s'est déroulée au cours de la campagne cotonnière de 2018. Elle a été précédée en 2017 d'études préliminaires de prélèvement et analyse d'échantillon de sol, de relevés pluviométriques et d'ouverture du point d'eau. Le dispositif a comporté des parcelles élémentaires (**Figure 5**), de 300 m² (20 m x 15 m), réparties en 4 traitements (**Tableau 3**) avec 3 répétitions (**Tableau 4**).

Tableau 3 : Objets de l'expérimentation

OBJETS	LIBELLES
T0	Témoins non traité (sans irrigation et sans produit agro-pharmaceutique)
T1	Témoins (sans irrigation, applications de produits agro-pharmaceutiques) pratique culturale actuelle- témoin de référence
T2	Innovation (irrigation d'appoint et produits agro pharmaceutiques)
T3	Irrigation, sans produit agro pharmaceutique

Tableau 4 : Dispositif expérimental par blocs et parcelles élémentaires

Bloc 1	Bloc 3	Bloc 2
T1 ₁	T0 ₃	T0 ₂
T0 ₁	T1 ₃	T1 ₂
T3 ₁	T3 ₃	T2 ₂
T2 ₁	T2 ₃	T3 ₂

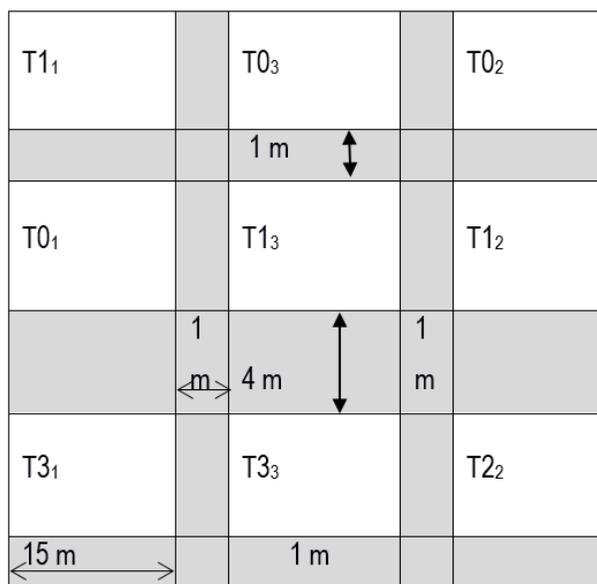


Figure 5 : Dispositif expérimental par blocs et parcelles élémentaires

II-4. Méthodes

II-4-1. Analyses d'échantillons de sol

L'analyse du sol conduit à déterminer les besoins nutritifs de la plante par l'identification du type de sol, le pH et les différents composants minéraux. Aussi ces qualités auraient elles une influence sur les maladies du sol. Cinq

prélèvements sont effectués en mai 2017 suivant la diagonale sur la parcelle de 1 ha, à 30 cm de profondeur. Cet échantillon a été transmis au laboratoire de pédologie de l'École Supérieure d'Agronomie de l'Institut National Polytechnique (ESA/ INP-HB) de Yamoussoukro. La détermination du type de sol s'est faite selon le schéma de détermination de [8]. Il permet de définir le type de sol à partir des proportions d'argile, de sable et de limon enregistrées.

II-4-2. Mise en place de la Culture du coton

La mise en place de la culture s'est faite suivant les procédures conseillées par [1]. En effet les semis ont eu lieu du 28 au 29 mai 2018. Cette période a été déterminée par le début indiqué de la saison des pluies utiles [4]

II-4-3. Méthode d'échantillonnage pour les observations

Pour les différentes observations, l'échantillonnage a été fait suivant la méthode séquentielle dite de « la diagonale [10, 11], sur chaque parcelle élémentaire. La présence des parasites a porté sur 30 plants pris par groupes de 5 plants consécutifs. Les capsules attaquées sont dénombrées par échantillonnage de 4 capsules sur trois billons. La production en coton graine est estimée à partir de 3 sous parcelles de 4 lignes sur 3 mètres par parcelle élémentaire, puis rapportée à un rendement par hectare.

II-4-4. Observations phytosanitaires

II-4-4-1. Cas des Ravageurs

L'incidence des ravageurs est évaluée par un contrôle hebdomadaire, régulier, permettant de détecter larves et adultes dans les parcelles et par l'analyse sanitaire des capsules vertes à différentes périodes du cycle du cotonnier [12].

II-4-4-2. Cas des maladies du cotonnier

Les symptômes éventuels de maladies d'origine fongique ou autres, sur la plante du semis à la récolte ont été décrits précédemment par [13]. Ainsi, les maladies les plus connues sur le cotonnier sont la fusariose et les fontes de semis, toutes les deux, dues à des champignons [13, 14]. Les parcelles sont observées du semis à la récolte pour l'apparition des symptômes éventuels.

II-4-5. Analyse statistique

Les données de chaque facteur ont été collectées sur 3 répétitions pour un nombre d'individus supérieurs à 30. En outre, les essais ont été conduits sur

des blocs complètement randomisées (RCBD) et les données analysées, ont été collectées indépendamment les unes des autres. En effet, en situation de recherche agronomique de plein champ, Pour le champ expérimente l'utilisation de RCBD est suffisant [15]. Un seul facteur a été utilisé à la fois pour les variables qualitatives définissant les échantillons par traitements T0, T1, T2 et T3 à comparer. Il s'agit notamment :

- de l'analyse sanitaire des capsules vertes (ASCV);
- du rendement en coton graine.

ceci conduit à l'utilisation de l'analyse de variance (ANOVA), précisément ANOVA II sur le logiciel XLSTAT version 2014, au seuil de 5 % d'erreur, suivant la méthode de DUNCAN [16].

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'exécution de l'ensemble des travaux a permis de recueillir des données dont le traitement a produit les résultats suivants. Ces résultats concernent aussi bien les aspects environnementaux qu'agronomiques.

III-1. Analyse d'échantillons de sol

Les données d'analyse des échantillons du sol sont consignées dans le (*Tableau 5*). La caractérisation physique a donné un sol à prédominance de sable 74,3 %. Le limon représente 13,65 % et l'argile 12 %.

Tableau 5 : Résultats d'analyse d'échantillon de sol

Eléments	Valeurs	Eléments	Valeurs
Argile (%)	12	pHKCl	4,7
Limon fin (%)	7	Mg ²⁺ (Cmol+/kg)	0,253
Limon grossier (%)	6,65	K ⁺ (Cmol+/kg)	0,074
Sable grossier (%)	52	Densité	1,4
Sable fin (%)	22, 35	Na ⁺ (Cmol+/kg)	0,09
Azote (%)	0,03	CEC (Cmol+/kg)	3,5
Carbone (%)	0,34	Fe (ppm)	76
Phosphore (ppm)	164	Mn (ppm)	89
Phosphore total (ppm)	700	Cu (ppm)	0
PHEau	5,6	Zn (ppm)	0

Quant à la valeur minérale, le phosphore est en quantité importante 700 ppm suivi de Mn 89ppm et de Fe 76 ppm. La caractérisation physique donne un sol sablo-limoneux [8], ce qui leur confère une faible capacité de rétention en

bases échangeables [17]. Aussi les valeurs en éléments minéraux sont proches des limites minimales des seuils admis pour la culture du coton [18]. Ce qui a fallu la nécessité d'apporter une correction aux recommandations de fertilisation [1, 12]. Ainsi, Les quantités utilisées par ha, sur les parcelles expérimentales ont été de 280 kg pour le NPKSB 15.15.15.6.1 et 65 kg pour l'urée à 46 %.

III-2. Données climatiques

Les températures ont varié en moyenne de 24,5°C en août à 28,27°C en octobre, avec une moyenne annuelle de 27°C (*Tableau 6*). L'humidité relative était de 67,3 % en Juin et de 83,6 % en août avec une moyenne annuelle de 79,4 %. La vitesse a connu la plus faible valeur de 5,2 Km/heure en septembre et la plus élevée de 8,5 km/heure en juin avec une moyenne annuelle de 6,9 km/heure (*Tableau 7*). Les précipitations de 1033,5 mm ont été enregistrées de Mai à Octobre 2018 sur le site expérimental, avec des poches de sécheresse identifiées, principalement en Juin et juillet (*Tableau 8*). L'irrigation d'appoint, de 25 mm, a entraîné une correction à la hausse du niveau de la pluviosité. En effet, les tracés des courbes de pluviosité moyenne dans la zone d'expérimentation et celle sur la parcelle expérimentale ne sont pas similaires (*Figure 6*).

Tableau 6 : *Températures moyennes mensuelles sur le site expérimental*

Températures °C	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	Moyenne
Max	32,73	31,32	28	30,38	33,45	31
Min	22,27	22,05	21	21,86	23,09	22
Moyenne	27,5	26,68	24,5	26,12	28,27	27

Tableau 7 : *Humidité relative et vitesse de vent moyennes mensuelles sur site expérimental*

	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	Moyenne
Humidité Relative (%)	67,3	77,9	88,6	83,5	79,7	79,4
Vitesse vent (km/h)	8,5	7,6	7,8	5,2	5,2	6,9

Tableau 8 : Pluviométrie 2018, irrigation complémentaire et ETP

P (mm)	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	Total
Pl moyn zone	65,35	168,7	143,85	369,25	220	29,5	996,7
Pl site exp	67,8	172	153,2	375,5	236	29	1033,5
Irrig	3,5	7	14	0			24,5
ETP 2017	166	136,1	134,4	133,8	133,2	155,6	859,1
Nb J Pluie	5	11	11	17	8	2	54,0
Nb J irigat°	1	2	4	0	0	0	7,0

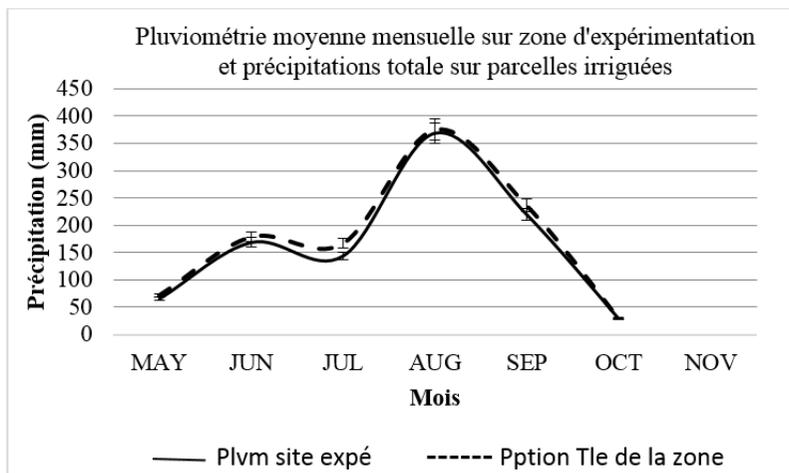


Figure 6 : Pluviométrie moyenne mensuelle sur la zone d'expérimentation par rapport aux précipitations totales sur parcelles irriguées

III-3. État sanitaire de la culture du cotonnier dans les parcelles expérimentales

III-3-1. Ravageurs

III-3-1-1. État des connaissances des ravageurs et de leurs dégâts sur le Cotonnier

Les ravageurs déjà rencontrés et qui ont constitué la base de nos observations sont essentiellement :

- les lépidoptères phyllophages (*Haritalodes derogata* Fabricius, *Anomis flava* Fabricius, *Spodoptera littoralis* Boisduval) ;
- les lépidoptères carpophages endocarpiques (*Thaumatotibia leucotreta* Meyrick, *Pectinophora gossypiella* Saunders) ;
- les lépidoptères carpophages exocarpiques (*Helicoverpa armigera* Hübner (**Figure 7**), *Earias* spp, *Diparopsis watersi* Rothschild (**Figure 8**) ;
- les aleurodes piqueur-suceurs, (*Bemisia tabaci* Gennadius (**Figure 9**) ;

- les acariens piqueur-suceurs, (*Polyphagotarsonemus latus* Banks), (**Figure 10**) ;
- les jassides piqueur-suceurs (*Jacobiella spp*) ;
- les pucerons piqueur-suceurs (*Aphis gossypii* Glove), (**Figure 11 et 12**) ;
- les punaises piqueur-suceurs (*Dysdercus vólkeri* Schmidt) [19] (**Figures 13 et 14**).



Figure 7 : Dégâts de *Helicoverpa* [20]



Figure 8 : Dégâts de *Diparopsis souce* [20]

Il faut ajouter à la liste les mouches blanches (**Figure 11**), les acariens avec des dégâts (**Figure 12**) et la chenille légionnaire (*Spodoptera frugiperda*) [12]



Figure 9 : *Bemisia* (Mouche blanche) [20]



Figure 10 : Dégâts d'acarien (*Polyphagotarsonemus*) [20]



Figure 11 : Dégâts de pucerons [20] **Figure 12 :** *Aphis* (Pucerons) [20]

Spodoptera frugiperda est une espèce introduite en Afrique à partir de l'Amérique latine et qui présente une menace pour le coton [21, 22]. *Disdercus* (**Figure 13 et 14**) s'attaque particulièrement à la graine, dont le contenu est sucé. En somme en Côte D'ivoire, les pertes de récolte dues aux ravageurs ont été estimées à environ 30 % en moyenne de 2015 à 2017 [12], En effet, tous les stades végétatifs du cotonnier sont attaqués.



Figure 13 : *Disdercus* sur capsule de cotonnier [19]

Figure 14 : *Disdercus* spp [12]

III-3-1-2. Analyse sanitaire des capsules vertes (ASCV) dans les parcelles expérimentales

En suivant les traitements, le pourcentage de capsules attaquées par plant varie significativement (**Tableau 9**). Les résultats ont été de $4,6 \pm 2,2$; $13,0 \pm 2,2$; $27,8 \pm 2,2$; et $33,3 \pm 2,2$ capsules attaquées par plant, respectivement pour T1, T2, T3 et T0. La moyenne au niveau de T1 est significativement inférieure à

celle du traitement T2 ($p \leq 0,001$). L'innovation (T2), n'a pas permis d'obtenir un taux de capsules attaquées par plant en deçà de celui du témoin de référence (T1). Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des traitements T0 et T3 ($p = 0,075$). Les résultats au niveau des répétitions montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les blocs. L'irrigation entraîne donc une plus grande attaque des capsules du cotonnier dans les conditions expérimentales. Cette attaque est plus prononcée dans les parcelles irriguée sans apport de produits agro-pharmaceutiques.

Tableau 9 : Pourcentage de capsules attaquées par plant

Traitements	Moyenne	Er. St.	Traitement*Blocs	Moyenne	Er. St.
T1	4,6a	2,2	T1*Bloc3	2,8a	3,6
T2	13,0b	2,2	T1*Bloc1	5,6a	3,6
T3	27,8c	2,2	T1*Bloc2	5,6a	3,6
T0	33,3c	2,2	T2*Bloc2	8,3a	3,6
			T2*Bloc3	13,9a	3,6
Bloc	Moyenne	Er. St.	T2*Bloc1	16,7a	3,6
			T3*Bloc1	22,2ab	3,6
Bloc1	18,8a	1,9	T0*Bloc3	27,8ab	3,6
Bloc3	18,8a	1,9	T0*Bloc1	30,6ab	3,6
Bloc2	21,5a	1,9	T3*Bloc2	30,6ab	3,6
			T3*Bloc3	30,6b	3,6
Moyenne	19,7	1,9	T1*Bloc3	41,7c	3,6

III-3-1-3. Inventaire des ravageurs

Lors des contrôles, la présence de plusieurs ravageurs a été notée. Au total, des individus appartenant à 8 groupes de ravageurs sur les 13 généralement cités ont été répertoriés, soit 61 % (**Tableau 10**).

Tableau 10 : Récapitulatifs par traitement, des ravageurs observés

	T0	T1	T2	T3
Lépidoptères phyllophages				
Haritalodes derogata	***			**
Pectinophora gossypiella				**
Lépidoptères carpophages exocapiques				
Helicoverpa armigera	**	*	*	**
Acarien piqueur-suceur (Polyphagotarsonemus latus)				**
Jasside piqueur-suceur (Jacobiella spp)		*	**	***
Aleurodes piqueur-suceurs (Bemisia tabaci)		*		
Punaise piqueur-suceur (Dysdercus völkéri)		*		
Autres ravageurs- Criquet et divers prédateurs	***			

Estimation de présence ou trace relevée par contrôle : *moins de 3, **entre 3 à 5, ***plus de 5

Toutes les parcelles expérimentales hébergent des ravageurs. Cependant, ceux-ci se sont montrés plus dévastateurs sur les capsules des cotonniers sous les conditions d'irrigation et le sont davantage en absence de produits agro-pharmaceutiques. En effet, certains auteurs ont noté que l'humidité persistante favorise le développement de *Jacobiella facialis* pendant la phase de croissance végétative [23]. De plus, *Helicoverpa armigera*, chenille carpophage, peut provoquer d'importantes pertes de rendement en présence d'eau [24]. Tout ceci serait une des raisons de développement et d'actions néfastes de ces derniers dans les parcelles sous irrigation comme le montrent les résultats des observations (**Tableau 10**). Cependant, ces résultats ne corroborent pas avec ceux des travaux précédents selon lesquels l'impact des déprédateurs entomologiques semblerait être moins prononcé dans les parcelles irriguées par aspersion, du fait du lessivage des feuilles qui entraînerait une partie des pontes et des jeunes chenilles [25]. Ceci n'aurait pu être possible sous l'irrigation d'appoint à cause de l'irrégularité, du volume d'eau et de la faible intensité ne pouvant occasionner le lessivage des feuilles capable d'entraîner les pontes et les chenilles. Aussi, l'irrigation d'appoint aurait-elle permis la production d'un grand nombre de capsules dont l'abondance aurait attiré un grand nombre de ravageurs carpophages.

III-3-2. Maladies

III-3-2-1. État des connaissances sur les maladies du cotonnier

Selon certains auteurs, les symptômes de fusariose peuvent apparaître à tout stade de développement des cultures [14]. Les cotylédons affectés flétrissent et meurent rapidement et à ce stade, les symptômes peuvent être confondus avec ceux de la fonte des semis [14]. Toutefois, le système vasculaire brun de l'hypocotyle distingue la flétrissure fusarienne des fontes de semis [14]. Ainsi, les organismes causant les fontes de semis sont principalement, *Colletotrichum gossypii*, *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseoli* [13, 14] et *Pythium ultimum* [26]. En effet, ces agents pathogènes sont soit portés par la graine de coton, soit présents dans le sol [13, 26]. Parallèlement, la Fusariose est due à l'action de *Fusarium oxysporum* qui occasionne le jaunissement et le flétrissement des feuilles [27]. Le mycelium de *Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum* progresse dans la tige du cotonnier (**Figure 15**) s'en suit le flétrissement des cotonniers (**Figures 16 et 17**). De même, pour *Pythium ultimum*, températures obtenues aussi bien en culture, en croissance mycélienne optimale qu'en formation et germination des spores, sont comprises entre 22 et 30 °C [26]. En outre, dans le sol en mélange avec les matières organiques provenant du coton, l'optimum de température a été évalué variant entre 15 et 22 °C [26]. De plus, la pluviosité a un effet stimulateur sur la recrudescence de la maladie [26].



Figure 15 : Décoloration vasculaire caractéristique d'une tige de coton infectée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (gauche) et tige saine (droite) [14]



Figure 16 : Nécrose et chlorose (fusariose sur cotonnier)



Figure 17 : Flétrissement de cotonnier (Fusariose) [14]

Aussi, les conditions de développement des maladies et des agents inféodés au cotonnier sont-ils résumés dans le (**Tableau 11**). Concernant *Fusarium oxysporum* Schlecht, la température optimale de croissance mycélienne a été identifiée entre 20 °C (sur *Fusarium moniliforme*) [28] et 24 °C (sur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lini* Bolley) [29]. Quant au pH, il évolue entre 5 et 5,5 [28, 29]

Tableau 11 : Conditions de développement des pathogènes responsables de maladies chez le cotonnier

Pathogènes (Maladies)	Températures	Sol	pH*
<i>Fusarium spp</i> (flétrissement)	Optimum* entre 20 et 30 °C ; 24 à 25°C pour <i>F.oxysporum</i>	Sablo-argileux favorable, limono-argileux défavorable ¹	5 à 5,5
<i>Pythium spp</i> (fonte de semis)	22 et 30 °C en surface du sol 15 et 22 °C, en mélange avec la matière organique dans le sol	Matières organiques mélangées aux 1 ^{er} 15 cm de couche de sol	-
Phytoplasme (Virescence florale)	Toutes conditions favorables à la pullulation des vecteurs, essentiellement des parasites piqueur-suceurs	Principal vecteur <i>Orosius cellulosus</i>	

Source [26, 28 - 32]

III-3-2-2. Résultats des observations des symptômes de maladies

Les observations conduites dans les parcelles du semis à la récolte n'ont pas permis d'observer les symptômes de maladies évoqués précédemment dans l'état des connaissances. Bien que les conditions d'humidité connues nécessaires pour les maladies à champignons soient présentes [26], en superposant les résultats obtenus relatifs aux conditions environnementales dans les parcelles expérimentales (**Tableau 5**) et les données relatives aux conditions de développement des champignons (**Tableau 11**), on se rend compte que les conditions édaphiques et climatiques en dehors de l'humidité ne sont pas favorables au développement des champignons *Fusarium spp* et *Pythium spp*. bien qu'ils aient été trouvés dans d'autres zones cotonnières de la Côte d'Ivoire [30]. En effet, *Fusarium spp* se montrerait plus adapté au sol sablo-argileux [31, 32] alors que le site expérimental se trouve sur un sol sablo-limoneux qui lui aurait présenté une grande résistance [32]. Aussi, les températures et le Ph du milieu (**Tableau 5**) sont au-delà de l'optimum du développement des champignons *Fusarium spp*. et *Pythium spp*. [26, 28, 29]. La virescence florale n'a pu être observée également. L'utilisation des semences enrobées de fongicide et d'insecticide aurait été une réponse à l'absence de ces maladies [33, 34] si les maladies étaient observées sur les cotonniers des parcelles sans apport de produits agro-pharmaceutiques.

III-4. Rendement en coton graine

L'analyse statistique par rapport au rendement en coton graine fait apparaître une différence significative entre les traitements (**Tableau 12**). Les résultats sont respectivement de $2657,77 \pm 67,86$, $1616,26 \pm 67,86$, $226,51 \pm 67,86$ et $180,67 \pm 67,86$ kg/ha pour T2, T1, T3 et T0. L'innovation T2 présente une moyenne supérieure de 64,4 % à celle du témoin de référence T1 ($p < 0,0001$). De même, T1 obtient une moyenne supérieure de 613,5 % à celle de T3 parce que le contrôle des ravageurs est essentiel en production cotonnière [35 - 37]. Par contre, il n'y a pas de différence significative entre T3 et T0. Ces résultats démontrent que l'irrigation d'appoint associée aux traitements agro-pharmaceutiques, contribuent à l'amélioration du rendement du coton, ce qui corrobore avec les résultats obtenus par d'autres chercheurs selon lesquels l'irrigation permet d'obtenir un meilleur rendement en coton graine [36, 38, 39]. Les attaques des capsules par les ravageurs dans les parcelles T2 n'ont pas eu un impact important sur le rendement. Cependant, le rendement des parcelles T3 sous irrigation et sans apport de produits agro-pharmaceutique ont enregistré des rendements très faibles.

Tableau 12 : Rendement moyen en coton graine

Traitements	Moyenne	Er. St.	Traitement*Blocs	Moyenne	Er. St.
T0	180,67c	67,86	T0* Bloc1	206,00e	117,53
T1	1616,26b	67,86	T0* Bloc2	184,00e	117,53
T2	2657,77a	67,86	T0* Bloc3	152,00e	117,53
T3	226,51c	67,86	T1* Bloc1	1 990,77c	117,53
			T1* Bloc2	1 574,33d	117,53
			T1* Bloc3	1 283,67d	117,53
Bloc	Moyenne	Er. St.	T2* Bloc1	2 546,30b	117,53
Bloc1	1,252.32a	58.76	T2* Bloc2	3 023,33a	117,53
Bloc2	1,252.33a	58.76	T2* Bloc3	2 403,67b	117,53
Bloc3	1,006.25b	58.76	T3* Bloc1	266,20 ^e	117,53
			T3* Bloc2	227,67e	117,53
			T3* Bloc3	185,67e	117,53

IV - CONCLUSION

Cette étude a révélé que le système d'irrigation d'appoint a entraîné le développement des ravageurs dont les dégâts ont été importants sur le rendement dans les parcelles où il n'y a pas eu d'apport de produits agro-pharmaceutiques. Pour une meilleure expression donc de l'effet d'irrigation, il faut y associer l'application des produits agro-pharmaceutiques contre les ravageurs. Aussi, l'apport d'eau par le système d'irrigation

d'appoint, dans la zone du site expérimental, n'a-t-il pas entraîné, en présence ou non de produits agro-pharmaceutiques, le développement des maladies contrairement aux cas observés dans certaines zones cotonnières. Ces résultats bien que probants quant à l'introduction du système d'irrigation d'appoint dans la culture cotonnière, méritent d'être approfondis par d'autres essais étalés sur plusieurs campagnes cotonnières et dans différentes zones écologiques.

RÉFÉRENCES

- [1] - CNRA (Centre national de recherche agronomique) Bien produire du coton en Côte d'Ivoire, Fiche technique coton, N°1 (2006) 4 p. <https://www.agrici.net/pdf/fttech-coton.pdf>
- [2] - PRPICA (Programme Régional de Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique). Rapport de synthèse 8^e réunion bilan PRPICA, bko-mali, (20-22 avril 2015)
- [3] - N. SILUE S DIARRASSOUBA, J. I. FOFANA, D. N. GOUGBA, M. T. N. KOUAME, E. K. KOFFI, Caractérisation et évaluation des vivriers dans un système d'exploitation agricole à base de coton dans le département de Sinématiali – Côte d'Ivoire, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (4) (August 2014) 1656 - 1668, <http://ajol.info/index.php/ijbcs>, 13 p.
- [4] - S. B. J. DOSSA, E. C. TOGBE, M. PERNACI, E. K. AGBOSSOU et B. C. AHOHUENDO, Effet des facteurs de l'environnement sur les Fusarium pathogènes des plantes cultivées, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (1) (February 2019) 493 - 502
- [5] - A. PETERSEN & T. W. V. D. GULIK, Agricultural sprinkler irrigation scheduling calculator, (2009) 25 p.
- [6] - P. MILLY, K. A. DUNNE, Potential evapotranspiration and continental drying *Environmental Science Nature Climate Change*, 6 (2016) 946 - 949 p.
- [7] - PRPICA (Programme Régional de Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique). Rapport 10^e réunion bilan du Yamoussoukro - Côte d'Ivoire, (24, 25 et 26 avril 2017)
- [8] - G. ELHARRAR, L'agriculture à l'ère du changement climatique, Séminaire International, Irrigation methodes1, *Galilee Institute, Israel*, (du 07 au 20 Septembre 2016) 164 p.
- [9] - SODEXAM (Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique), données météorologiques, (2018)
- [10] - M. BRUNO, M. TOGOLA, I. TERETA et N. N. TRAORE, La lutte contre les ravageurs du cotonnier au Mali : problématique et évolution récente. *Cahiers Agricultures*, 9 (2000) 109 - 115
- [11] - S. NIBOUCHE, J. BEYO & E. GOZE, Mise au point d'une méthode d'échantillonnage rapide des chenilles de la capsule du cotonnier, Actes du colloque, Garoua, Cameroun, (27-31 mai 2002) 5 p.

- [12] - PR-PICA (Programme Régional de Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique) *Bulletin d'information du PR-PICA*, N°16 (Juillet 2018)
- [13] - J. CAUQUIL, Maladies et ravageurs du cotonnier en Afrique au Sud du Sahara. *Coton et Fibres Tropicales (spéc.)*, (1986) 92 p.
- [14] - R. M. DAVIS, P. D. COLYER, C. S. ROTHROCK et J. K. KOCHMAN, Fusarium wilt of, cotton : Population diversity and implication for management, *Plant Disease*, Vol. 90, N° 6 (2006) 12 p.
- [15] - T. L. ODONG, J. C. TENYWA and M. NABASIRYE, Revisiting application of statistics in agricultural reseach in sub-saharan africa : entry points improvement. *African crop journal*, Vol. 27, N°3 (2019) 529 - 544 p.
- [16] - J. LABREUCHE, Les principaux tests statistiques de l'analyse univariée : quand et comment les utiliser ? *Medicine Sang Thrombose Vaisseaux*, Vol. 22, N°10 (2010) 544 - 553 p., 10 p.
- [17] - S. F. ASSOUMAN, M. KONE & B. Z. KOLI, Morphologie du paysage, variabilité pluviométrique et aménagement de la plaine alluviale de la Bagoé : L'exemple de Guinguerini au nord de la Côte d'Ivoire, *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 1 (2016) 1 - 17
- [18] - E. N. KOUADIO, E. K. KOFFI, B. J. KOUAKOU, G. F. MESSOUM, K. BROU & D. B. N'GUESSAN, Diagnostic de l'état de fertilité des sols sous culture cotonnière dans les principaux bassins de production de Côte d'Ivoire, *European Scientific Journal*, 14 (33) (2018) 221 - 238, doi: 10.19044/esj.2018.v14n33p221
- [19] - PRPICA (Programme Régional de Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique). Bilan de santé du coton dans 6 pays du PR-PICA, 12e réunion bilan du PR-PICA, Cotonou (Bénin), (10-12 Avril 2019)
- [20] - P. J. SILVIE. Ravageurs du cotonnier et protection intégrée, IRD/CIRAD, doi : document_569357pdf, (29 Février 2012) 103 p.
- [21] - G. GOERGEN, P. L. KUMAR, S. B. SANKUNG, A. TOGOLA & M. TAMÔ, First Report of Outbreaks of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a New Alien Invasive Pest in West and Central Africa. *PLoS ONE*, 11 (10) (2016) e0165632. doi:10.1371/journal.pone.0165632
- [22] - P. J. SILVIE, Menaces potentielles liés aux ravageurs en culture cotonnière africaine dans le contexte des changements globaux – Communication colloque - 11ème Réunion Billan du PRPICA, LOME, (Avril 2018)
- [23] - P. W. E. KONE, G. E. C. OCHOU, G. J. R. DIDI, S. C. DEKOULA, M. KOUAKOU, K. K. N. BINI & G. O. OCHOU, G. O., Evolution spatiale et temporelle des dégâts du jasside *Jacobiella facialis*, Jacobi (Cicadellidae) en comparaison avec la distribution de la pluviométrie au cours des vingt dernières années dans les zones deculture cotonnière en Côte d'Ivoire. *International Journal of biological and Chemical Sciences*, 11 (3) (2017) 1190 - 1201. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i3.2>

- [24] - T. MARTIN., G. O. OCHOU, A. DJIHINTO, D. TRAORE, M. TOGOLA, J. M. VASSAL, M. VAISSAYRE & D. FOURNIER, Controlling an insecticide-resistant bollworm in West Africa, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107 (2005) 409 - 411
- [25] - J. C. FOLLIN et S. GOEBEL, Les pourritures de capsules du cotonnier en culture irriguée en Côte d'Ivoire. Relation avec des caractéristiques variétales, le mode d'irrigation et la date de semis. *Cot. Fib. Trop.*, Vol. XXVIII, (1973) 8 p.
- [26] - J. G. HANCOCK, (1977) Factors Affecting Soil Populations of *Pythium ultimum*. In the San Joaquin Valley of California, *HILGARDIA*, Vol. 45, N° 4 (May 1977) 18 p. doi : c4c29583b2bab51ab019b29b7358d043c6a0 pdf
- [27] - CNRA (Centre national de recherche agronomique). Bien produire du coton en Côte d'Ivoire, Fiche technique coton, (Décembre 2005) 5 p. doi : 761.pdf
- [28] - R. S. YADAV, S. TYAGI, S. JAVERIA and R. GANGWAR,. Effect of Different Cultural Condition on the Growth of *Fusarium moniliforme* Causing Bakanae Disease, *European Journal of Molecular Biotechnology*, Vol. 4, N° 2 (2013) 6 p. DOI: 10.13187/ejmb.2014.4.95, ISSN : 2310-6255
- [29] - N. PAL, A. KUMAR and A. B. MALANNAVAR, Effect of temperature and pH levels on the growth and sporulation of *Fusarium oxysporum* f.sp. lini causing linseed wilt, *International Journal of Chemical Studies*, 7 (3) (2019) 4494 - 4497, Effect-of-temperature-and-pH-levels-on-the-growth-and-sporulation-of-Fusarium-oxysporum-fsp-lini-causing-linseed-wilt.pdf, 4 p.
- [30] - J. CAUQUIL et J. C. FOLLIN, Les maladies du cotonnier attribuées à des virus ou à des mycoplasmes en Afrique au Sud du Sahara et dans le reste du monde. *Coton et Fibres Tropicales*, 38 (4) (1983) 293 - 317, 25 p.
- [31] - J. CAUQUIL et P. MILDNER, La situation actuelle de la fusariose (trachéomycose "wilt disease ") du cotonnier en Centrafrique, *Coton et Fibres Tropicales*, <https://agritrop.cirad.fr/455935/1/ID455935.pdf>, (1965)
- [32] - C. ALABOUVETTE, Y. COUTEAUDIER, J. LOUVET et P. BREMEERSCH, Comparaison de la réceptivité de différents sols et substrats de culture aux fusarioses vasculaires. *Agronomie, EDP Sciences*, 2 (1) (1982) 1 - 6 p. hal-00884345
- [33] - P. FERRON, J. P. DEGUINE et J. E. MOUTE, Évolution de la protection phytosanitaire du cotonnier : un cas d'école, *Cahiers Agricultures* Vol. 15, N° 1 (2006) 7 p.
- [34] - J. C. FOLLIN, La virescence florale ("Phylodie") du cotonnier en Côte d'Ivoire. Possibilité de lutte, *Coton et Fibre Tropical*, Vol. XXXVII, (1982) 3 p. doi : ID455409pdf
- [35] - B. E. TABASHNIK, T. J. DENNEHY, M. A. SIMS, K. LARKIN, G. P. HEAD, W. J. MOAR & YVES CARRIÈRE, Control of resistant pink bollworm (*Pectinophora gossypiella*) by transgenic cotton that produces *Bacillus thuringiensis* toxin Cry2Ab, *Applied and Environmental Microbiology*, (2002) 3790 - 3794, doi: 10.1128/AEM.68.8.3790-3794.2002

- [36] - X. ZHI, Y. HAN, Y. LI, G. WANG, W. DU, X. LI, S. MAO & L. FENG, Effects of plant density on cotton yield components and quality, *Journal of Integrative Agriculture*, 15 (7) (2016) 1469 - 1479, doi:10.1016/s2095-3119(15)61174-1
- [37] - FAO (Food and Agriculture Organization), Economic importance of cotton in Burkina Faso, (2018) 68 p.
- [38] - C. W. BEDNARZ, W. D. SHURLEY, W. S. ANTHONY & R. L. NICHOLS, Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities, *Agronomy Journal*, 97 (2005) 235 - 240
- [39] - D. J. BOQUET, E. B. MOSER & G. A. BREITENBECK, *Agronomy Journal*, Wiley Online Library, Increased understanding of N effects on fruiting and yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) could lead to more efficient use of N fertilizer and increased yields. We determined the influence of N rate on boll size and yield distribution of cotton plants by measuring individual, (1994)