

## Impact de la cercosporiose et de la rosette sur les performances agronomiques de 12 accessions d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire

Alahou André Gabaze GADJI<sup>1\*</sup>, Koffi Gaston KOUAME<sup>2</sup>, Noupé Diakaria COULIBALY<sup>1</sup>,  
Christian-Landry OSSEY<sup>1</sup>, Mako François De Paul N'GBESSO<sup>1</sup> et Lassina FONDIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche sur les Cultures Vivrière,  
Programme Cultures Maraîchères et Protéagineuses, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> Université Peleforo-Gon-Coulibaly (UPGC), Unité de Formation et de Recherche des Sciences Biologiques,  
Département de Biologie Végétale, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

(Reçu le 20 Août 2021 ; Accepté le 29 Octobre 2021)

\* Correspondance, courriel : [andregadji@gmail.com](mailto:andregadji@gmail.com)

### Résumé

L'objectif de la présente étude est d'évaluer le comportement de douze accessions d'arachide, en condition de premier cycle de culture, au Centre de la Côte d'Ivoire vis-à-vis de la cercosporiose tardive et de la rosette. Elle a été conduite suivant un dispositif en blocs complets randomisés avec trois (03) répétitions. Dans chaque parcelle élémentaire, les paramètres agronomiques et sanitaires ont été évalués sur cinq plants par accession. Une échelle de notation des symptômes a été utilisée pour évaluer la gravité des maladies. Des analyses de variance à un facteur ont été effectuées et les moyennes ont été discriminées en groupes homogènes avec le test LSD Fisher, au seuil de 5 %. Les niveaux de relation entre les paramètres agronomiques et sanitaires ont été déterminés par une analyse de la matrice de corrélation de Pearson (r). Les épidémies se sont installées au champ 45 jours après semis (JAS). Les accessions ARA60, ARA44, ARA51 et ARA41 ont montré une résistance à la cercosporiose et à la rosette, avec un indice moyen de sévérité variant, respectivement, de  $1,91 \pm 0,24$  à  $2,03 \pm 0,14$  et de  $1,18 \pm 0,15$  à  $1,93 \pm 0,36$ . Les meilleurs rendements en graines ont été obtenus avec ARA60 (2,25 t/ha), ARA45 (2,39 t/ha) et ARA51 (2,42 t/ha). Le rendement en graines a été corrélé négativement ( $r = -0,62$  et  $-0,69$ ), respectivement, à l'incidence de la rosette et à la sévérité de la cercosporiose. Cette étude donne des indications sur l'établissement d'un calendrier de traitements phytosanitaires contre ces maladies.

**Mots-clés :** arachide, cercosporiose, rosette, incidence, sévérité, Côte d'Ivoire.

### Abstract

**Impact of late leaf spot and groundnut rosette diseases on the agronomic performance of 12 peanut (*Arachis hypogaea* L.) accessions in central Côte d'Ivoire**

The aim of the present study is to assess the performance of twelve peanut accessions stressed by late leaf spot and groundnut rosette diseases under first cycle conditions in Central Côte d'Ivoire. This study was carried out in a randomized complete block design with three (03) repetitions. Agronomic and sanitary

parameters were assessed on five plants per accession and per repetition. A symptom rating scale was used to assess disease severity. One-way analyses of variance were performed and means were discriminated into homogeneous groups according to the LSD Fisher test, at the 5 % significance level. Levels of relationships between agronomic and health parameters were determined by Pearson correlation matrix analysis. Results showed that both fungal and viral diseases were established 45 days after sowing. Accessions ARA60, ARA44, ARA51 and ARA41 showed resistance to late leaf spot and groundnut rosette diseases, with a mean disease severity index ranging respectively from  $1.91 \pm 0.24$  to  $2.03 \pm 0.14$ , and, from  $1.18 \pm 0.15$  to  $1.93 \pm 0.36$ . The best grain yields were obtained with the accessions ARA60 (2.25 t/ha), ARA45 (2.39 t/ha) and ARA51 (2.42 t/ha). Grain yield was negatively correlated with groundnut rosette incidence ( $r = -0.62$ ) and late leaf spot severity ( $r = -0.69$ ). This study provides guidance for the scheduling of plant protection treatments against these diseases.

**Keywords :** *peanut, late leaf spot, groundnut rosette, disease incidence, disease severity, Côte d'Ivoire.*

## 1. Introduction

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.) est cultivée dans plus de 100 pays dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes [1, 2]. Elle est la quatrième culture oléagineuse la plus importante au monde, tant pour la consommation domestique que pour le commerce [3]. En outre, les sous-produits de l'arachide, notamment les tourteaux et les fanes, sont utilisés dans l'alimentation des animaux [4]. Elle est aussi présente dans les systèmes de culture grâce à son arrière effet cultural bénéfique à la fertilisation du sol [5]. En effet, l'arachide est l'une des principales cultures d'exportation du Mali, du Niger, du Nigéria et du Sénégal [6]. En outre, elle est la légumineuse la plus importante dans les savanes de la Guinée, du Soudan et du Ghana [7]. La production mondiale de l'arachide non décortiquée est estimée à 48,75 millions de tonnes. L'Afrique (34,12 %) et l'Asie (55,89 %) détiennent à elles seules près de 90 % de cette production [8]. En Côte d'Ivoire, l'arachide est produite principalement dans les régions du Centre et du Nord [9]. La production nationale annuelle de l'arachide non décortiquée est estimée à 112 698 tonnes en 2019 [8]. Cette production est insuffisante pour couvrir les besoins annuels de la population estimés à 150 milles tonnes. L'une des causes majeures de cette faible productivité de l'arachide, en Côte d'Ivoire, est due essentiellement aux nombreuses maladies induites par divers agents phytopathogènes [10].

C'est le cas de la fonte des semis, de la rosette, des cercosporioses, de la rouille, de la pourriture sèche des racines et des gousses, des galles sur racines, gynophores et gousses, qui réduisent le rendement et la qualité des graines et augmentent le coût de production [11, 12]. Parmi ces maladies, deux sont plus nuisibles et peuvent provoquer d'importantes pertes de production dans la zone Ouest Africaine. Il s'agit des maladies virale, la rosette, et fongique, en particulier les cercosporioses [13]. Les cercosporioses sont les maladies foliaires les plus communes et les plus dommageables à la culture d'arachide en Côte d'Ivoire. Les pertes de production occasionnées sont de l'ordre de 40 %, si les conditions d'humidité relative et de températures journalières sont réunies [14]. C'est la cercosporiose à *Cercosporidium personatum*, dite cercosporiose tardive, qui serait à l'origine de ces pertes [15]. Cette forme de cercosporiose est caractérisée par de nombreuses lésions plus circulaires et plus déterminées que la forme dite précoce causée par *Cercospora arachidicola*. Ces lésions, d'abord jaunes puis brunes et enfin noires, sont plus petites avec un diamètre ne dépassant pas 5 millimètres [16]. A la face inférieure de la feuille, ces lésions portent de petites ponctuations noires disposées en cercles concentriques. La nécrose des feuilles et la défoliation consécutive peuvent atteindre 35 % de la surface assimilatrice. Les défoliations répétées entraînent la mort prématurée des plants [17]. A celle-ci s'ajoute une maladie virale, la rosette, qui, en cas d'attaque précoce, entraîne une perte totale

de production des gousses ou une production monograine [18]. Combinées, ces deux affections fongique et virale peuvent provoquer des pertes énormes de production et pourraient réduire les possibilités de cultiver l'arachide. Pour faire face à cette pression parasitaire, certains producteurs se limitent au premier cycle de culture ou aux semis précoces et d'autres utilisent les méthodes de lutte basées sur des pratiques culturales, la lutte variétale ou chimique [19, 20]. Une étude a montré que la sévérité des symptômes sur les plants et l'incidence des maladies sont plus importantes après la saison des pluies [19]. Il est donc important de connaître la période de déclenchement des infections fongiques et virales, la période de pic et la vitesse de propagation des épidémies, en condition de premier cycle de culture (ou semis précoces), dans la perspective d'une amélioration de la productivité de l'arachide. L'objectif de la présente étude est d'évaluer le comportement de douze accessions d'arachide cultivées, en condition de premier cycle, au Centre de la Côte d'Ivoire vis-à-vis de la cercosporiose et de la rosette.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Zone de l'étude

L'essai a été conduit à la station de recherche sur les cultures vivrières du Centre National de Recherche Agronomique (SRCV/CNRA). Cette station de recherche est située à Bouaké au Centre de la Côte d'Ivoire à 7° 46' de latitude Nord, 5° 06' de longitude Ouest et 375 m d'altitude [21]. Le climat est de type tropical humide et la végétation est constituée de savane arborée. La pluviométrie enregistrée, durant la période de l'étude, de mars à juin 2020, a varié de 75 à 108,5 mm de pluie avec une température qui a oscillé entre 24 et 32 °C et une humidité relative comprise entre 62 et 85 %.

### 2-2. Matériel végétal

Douze (12) accessions d'arachide ont été utilisées dans cette étude. Ces accessions ont été codifiées de la manière suivante : ARA pour arachide, le chiffre suivant représente le numéro d'enregistrement dans les fichiers du CNRA, les lettres alphabétiques après la barre représentent les initiales des lieux de provenance et le chiffre final représente l'année d'entrée au CNRA (*Tableau 1*).

**Tableau 1** : *Accessions d'arachide utilisées comme semence et leur origine d'acquisition*

Codes CNRA	Provenance	Pays d'origine
ARA53/FKE16	Ferkessédougou	Côte d'Ivoire
ARA46/ODI09	Odienné	Côte d'Ivoire
ARA44/NIA08	Niakara	Côte d'Ivoire
ARA47/TEN09	Tengréla	Côte d'Ivoire
ARA41/KAT08	Katiola	Côte d'Ivoire
ARA60/KGO17	Korhogo	Côte d'Ivoire
ARA51/BKE17	Bouaké	Côte d'Ivoire
ARA39/DAB08	Dabakala	Côte d'Ivoire
ARA58/BKE17	Bouaké	Côte d'Ivoire
ARA45/KGO09	Korhogo	Côte d'Ivoire
ARA28/ IC18	ICRISAT*	Mali
ARA30/ IC18	ICRISAT*	Mali

\*ICRISAT : *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*

### 2-3. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit suivant un dispositif en blocs complets randomisés avec trois (03) répétition. La superficie totale de l'essai est de 680 m<sup>2</sup> (34 m x 20 m) avec une bordure de 2 m de part et d'autre. La distance entre deux blocs successifs est de 2 m ainsi qu'entre les parcelles élémentaires. Chaque bloc ou répétition est constitué de quatre (04) parcelles élémentaires. La superficie de chaque parcelle élémentaire est de 8 m<sup>2</sup> (4 m x 2 m). Celle-ci comporte trois (03) lignes de semis à raison d'une accession par ligne, soit trois accessions par parcelle élémentaire. L'espacement entre les lignes est de 1 m et de 0,4 m entre les poquets d'une même ligne, soit 11 poquets par accession. Les poquets sont confectionnés à une profondeur de 4 cm après une pluie, pour que les graines soient dans de bonnes conditions de germination. Chaque poquet contenait trois graines d'arachide. Un démariage a été effectué une semaine après germination pour ramener à deux le nombre de plants par poquet. Aucun intrant agricole (engrais et traitements phytosanitaires) n'a été apporté.

### 2-4. Paramètres agronomiques observés

Les observations ont porté sur cinq plants pris au hasard sur chaque ligne, du 4<sup>ème</sup> au 8<sup>ème</sup> pied, par accession sur chaque parcelle élémentaire. Ces observations ont concerné les paramètres de croissance, de délais de stades phénologiques et de rendement et ses composantes. Concernant les paramètres de croissance végétative, ils ont porté sur la hauteur des plants (HP) et le diamètre au collet (DC). Ces paramètres ont été mesurés par accession sur chaque parcelle élémentaire à l'aide d'une règle graduée et d'un pied à coulisse, un jour avant la récolte. Quant aux différents stades phénologiques, les délais de levé, de floraison et de maturation ont été relevés lorsque 50 % des plants ont atteint le stade indiqué. Les composantes du rendement déterminées ont été le pourcentage de gousses à une graine, deux graines, trois graines et la masse de 100 graines sèches. Le rendement net a été déterminé suivant *l'Équation* ci-dessous :

$$\text{Rendement graine (t. ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{masse de graines sèches (kg)}}{\text{surface parcellaire en m}^2} * \frac{10000 \text{ m}^2}{1000} \quad (1)$$

- Le pourcentage de gousses à 1 graine; 2 graines et 3 graines a été déterminé pour chaque accession à partir des gousses des 5 plants choisis au hasard.
- Cent (100) graines d'arachide séchées ont été pesées par accession pour chaque parcelle élémentaire afin d'en déterminer la masse.

### 2-5. Évaluation de l'état sanitaire

Les données de l'état sanitaire ont été collectées une fois par quinzaine et cela quinze jours après semis (JAS) jusqu'au 75<sup>ème</sup> jour. Ainsi, l'incidence de la cercosporiose et de la rosette et la sévérité de leurs symptômes sur chaque plant ont été déterminées pour chaque accession et par parcelle élémentaire.

#### 2-5-1. Incidence de chaque type de symptômes

Les données ont porté sur l'ensemble des plants (11) par accession sur chaque parcelle élémentaire. L'incidence a été donc déterminée par le rapport du nombre de plants malades sur le nombre total de plants observés par accession et par parcelle élémentaire selon *l'Équation* suivante [22] :

$$IM (\%) = \frac{NI}{NT} * 100 \quad (2)$$

*IM (%)* : incidence moyenne d'une maladie ; *NI* : nombre de plants infectés par un type de symptôme ; *NT* : nombre total de plants observés.

### 2-5-2. Sévérité des symptômes

Les observations de la sévérité des symptômes ont porté sur cinq (05) plants pris au hasard suivant la technique définie précédemment. Cette sévérité des symptômes sur les plants a été évaluée selon une échelle de notation [23]. Cette échelle varie de 1 à 5 avec 1 : aucun symptôme visible ; 2 : attaque peu sévère ; 3 : attaque moyennement sévère ; 4 : Attaque sévère et 5 : Attaque très sévère. La sévérité a été déterminée selon l'Équation suivante :

$$\text{Sévérité} = \frac{\text{Somme de scores des plants malades}}{\text{Nombre de plants observés}} \quad (3)$$

### 2-6. Analyse statistique des données

Les données collectées ont été analysées avec les logiciels STATISTICA version 7.1 et R version 4.0.5. Des analyses de variance à un facteur (ANOVA 1) ont été effectuées pour obtenir les moyennes des différents paramètres agronomiques et sanitaires pour chaque accession. Lorsqu'une différence significative est constatée, le test LSD Fisher au seuil de 5 % est effectué pour classer les moyennes en groupes homogènes. L'analyse de la matrice de corrélation de Pearson (r) a été utilisée pour déterminer les niveaux de relations entre les variables agromorphologiques et les paramètres sanitaires de la cercosporiose et de la rosette (incidence et sévérité des symptômes). La classification hiérarchique ascendante (CAH) a été réalisée afin de mettre en évidence les différents groupes homogènes d'accessions au sein de la collection d'arachide. Ces méthodes ont permis d'élucider la nature et la structure de la variabilité agromorphologique des accessions étudiées.

## 3. Résultats

### 3-1. Paramètres agromorphologiques des 12 accessions d'arachide évaluées

#### 3-1-1. Paramètres de croissance végétative des accessions d'arachide

Les paramètres de croissance végétative évalués ont montré que la hauteur de la tige principale a varié de  $27,47 \pm 1,70$  à  $35,67 \pm 6,71$  cm à la récolte (**Tableau 2**). La plus petite hauteur a été observée avec l'accession ARA46 et la plus grande avec l'accession ARA53. L'analyse statistique a indiqué une différence significative ( $F = 2,556$  avec  $P = 0,026438$ ) entre la hauteur moyenne des accessions étudiées. Pour le diamètre au collet, l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative ( $F = 2,141$  avec  $P = 0,057674$ ) entre les diamètres moyens au collet des différentes accessions d'arachide.

**Tableau 2 : Hauteur de la tige principale et diamètre au collet des 12 accessions d'arachide**

Accessions d'arachide	Hauteur tige principale (cm)	Diamètre au collet (cm)
ARA28	34,13 ± 1,1ab	0,63 ± 0,13ab
ARA30	30,87 ± 2,4abcd	0,68 ± 0,13abc
ARA39	34,67 ± 1,86ab	0,73 ± 0,04bc
ARA41	28,53 ± 1,62cd	0,86 ± 0,08c
ARA44	31,87 ± 2,12abcd	0,62 ± 0,05ab
ARA45	35,00 ± 1,51ab	0,72 ± 0,23abc
ARA46	27,47 ± 1,7c	0,58 ± 0,02ab
ARA47	32,40 ± 1,11abd	0,55 ± 0,07ab
ARA51	34,60 ± 5,26ab	0,67 ± 0,07abc
ARA53	35,67 ± 6,71b	0,54 ± 0,08ab
ARA58	33,53 ± 1,28ab	0,53 ± 0,03a
ARA60	30,27 ± 1,33acd	0,60 ± 0,09ab
F	2,556	2,141
P	0,026438	0,057674

Les résultats sont exprimés en : Moyenne ± ECT (Ecart type) de trois répétitions ; Les moyennes en colonnes affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil 5 %, selon le Test LSD de Fisher

### 3-1-2. Phénologie des douze accessions d'arachide

Les résultats de l'analyse statistique des données phénologiques obtenus sont consignés dans le **Tableau 3**. Ces résultats montrent que les délais de levée et de floraison ont fluctué en moyenne entre cinq (05) et six (06) jours et entre 25 et 27 jours après semis respectivement (**Tableau 3**). L'analyse statistique de la variance n'a montré aucune différence significative d'une part entre, le délai de levée ( $F = 0,630$  et  $P = 0,785579$ ) et d'autre part, entre le délai de floraison ( $F = 0,63$  et  $P = 0,783107$ ) pour toutes les accessions d'arachide étudiées. Par contre, pour le délai de maturation, une variabilité entre les accessions d'arachide a été observée. ARA46 et ARA41 sont des accessions à maturité précoce de 104 à 105 jours et ARA39, ARA44, ARA47, ARA51 et ARA58 sont des accessions à maturité tardive avec un délai moyen de 127 jours après semis, soit 4 mois de plantation avant la récolte. L'analyse statistique de la variance a révélé une différence significative ( $F = 315,0$  et  $P = 0,001$ ) entre le délai de maturation pour les 12 accessions d'arachide.

**Tableau 3 : Phénologie des douze accessions d'arachide**

Accessions d'arachide	Délai de levée	Délai de floraison	Délai de maturation
ARA28	6,00 ± 1,00a	27,00 ± 2,00a	114,00 ± 1,00a
ARA30	5,67 ± 0,58a	26,33 ± 1,15a	114,33 ± 0,58a
ARA39	5,33 ± 0,58a	25,67 ± 1,15a	127,33 ± 0,58b
ARA41	5,33 ± 0,58a	26,00 ± 1,00a	105,00 ± 1,00c
ARA44	5,33 ± 0,58a	25,67 ± 1,15a	127,33 ± 0,58b
ARA45	5,00 ± 0,00a	25,00 ± 0,00a	114,00 ± 1,00a
ARA46	5,33 ± 0,58a	25,67 ± 1,15a	104,67 ± 1,15c
ARA47	5,67 ± 0,58a	26,33 ± 1,15a	127,33 ± 0,58b
ARA51	5,67 ± 0,58a	26,33 ± 1,15a	127,33 ± 0,58b
ARA53	5,67 ± 1,15a	26,33 ± 2,31a	113,67 ± 1,15a
ARA58	5,33 ± 0,58a	25,67 ± 1,15a	127,67 ± 0,58b
ARA60	5,00 ± 0,00a	25,00 ± 0,00a	114,33 ± 1,15a
F	0,630	0,630	315,0
P	0,785579	0,783107	0,001

Les résultats sont exprimés en : Moyenne  $\pm$  ECT (Ecart type) de trois répétitions ; Les moyennes en colonnes affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil 5 %, selon le Test LSD de Fisher.

**3-1-3. Rendements des accessions d'arachide évaluées**

Le **Tableau 4** présente les résultats relatifs au nombre de gousses, au pourcentage de gousses à une (01), deux (02) et trois (03) graines, à la masse des 100 graines et au rendement graine pour les différentes accessions. Ces résultats indiquent que le nombre de gousses par plant d'une part et d'autre part la masse de 100 graines a été statistiquement identique ( $F = 1,2489$  avec  $P = 0,310349$  et  $F = 0,655$  avec  $P = 0,764663$ ) pour toutes les accessions d'arachide étudiées. Par contre, une variabilité a été notée pour le pourcentage de gousses à une (01), deux (02) et trois (03) graines et le rendement en graines entre les mêmes accessions d'arachide. L'accession d'arachide ARA30 a présenté le taux de gousses à une graine le plus élevé ( $35,17 \pm 1,54$  %). Le pourcentage de gousses à deux graines a été plus important chez les accessions d'arachide ARA51 ( $67,6 \pm 4,25$  %), ARA44 ( $74,4 \pm 11,05$  %) et ARA60 ( $74,7 \pm 5,98$  %) ; alors que les accessions ARA58, ARA53 et ARA45 ont enregistré les pourcentages de gousses à trois graines compris entre  $26,67 \pm 10,37$  et  $33 \pm 7,2$  %. Ces résultats montrent que les accessions d'arachide ARA60, ARA45 et ARA51 ayant présenté le pourcentage élevé de gousses à deux et/ou trois graines ont donné le meilleur rendement en graines, soit respectivement  $2,25 \pm 0,13$  ;  $2,39 \pm 0,17$  et  $2,42 \pm 0,19$  t/ha (**Tableau 4**). Les accessions étudiées sont statistiquement différentes concernant les pourcentages de gousses à une ( $F = 2,363$  avec  $P = 0,005$ ), deux ( $F = 2,497$  avec  $P = 0,003$ ) et trois ( $F = 9,285$  avec  $P < 0,001$ ) graines, ainsi que le rendement ( $F = 2,497$  avec  $P = 0,003$ ).

**Tableau 4 : Rendement et ses composantes**

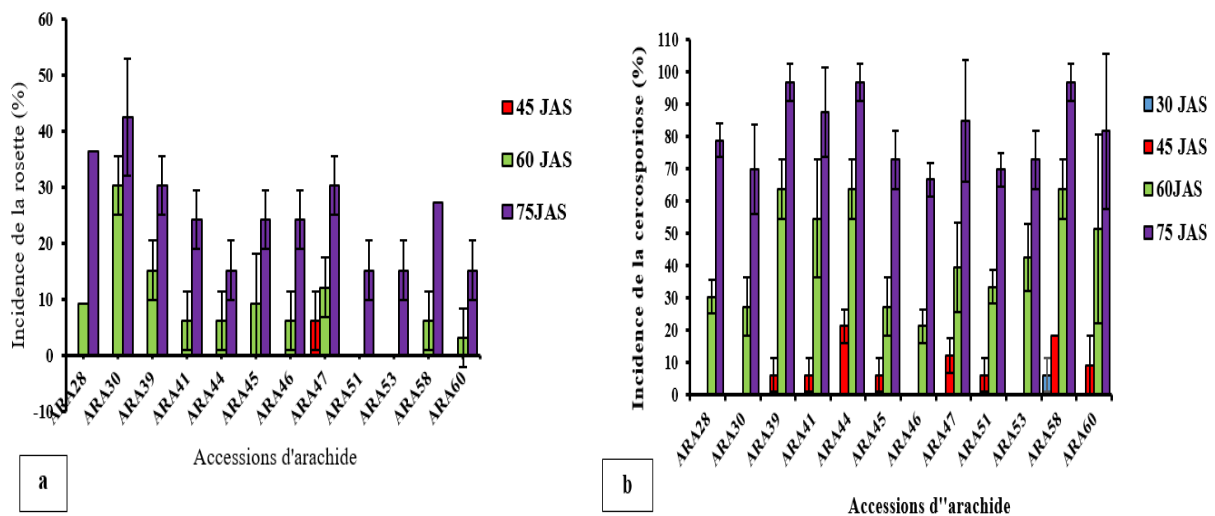
Accessions d'arachide	Nombre de gousses/ pied	Pourcentage de gousses à 1 graine (%)	Pourcentage de gousses à 2 graines (%)	Pourcentage de gousses à 3 graines (%)	Masse des 100 graines (g)	Rendement en graines (t/ha)
ARA28	40,00 $\pm$ 11,53a	27,00 $\pm$ 7,30cd	63,83 $\pm$ 5,17bc	6,50 $\pm$ 2,10ab	41,00 $\pm$ 4,58a	1,29 $\pm$ 0,13a
ARA30	43,00 $\pm$ 9,16b	35,17 $\pm$ 1,54d	51,27 $\pm$ 2,46ade	0,75 $\pm$ 0,15a	40,67 $\pm$ 4,62a	0,77 $\pm$ 0,05e
ARA39	39,33 $\pm$ 6,66a	23,03 $\pm$ 7,83ac	60,10 $\pm$ 2,76abc	6,87 $\pm$ 2,04ab	40,67 $\pm$ 6,35a	0,86 $\pm$ 0,07ef
ARA41	76,67 $\pm$ 34,77b	19,77 $\pm$ 9,16abc	58,07 $\pm$ 6,71abc	0,42 $\pm$ 0,15a	38,33 $\pm$ 5,51a	1,83 $\pm$ 0,16bc
ARA44	50,67 $\pm$ 21,01ab	17,53 $\pm$ 2,68ab	74,40 $\pm$ 11,05f	7,33 $\pm$ 2,31ab	40,67 $\pm$ 12,05a	1,98 $\pm$ 0,20c
ARA45	55,67 $\pm$ 24,44ab	15,40 $\pm$ 1,78ab	42,67 $\pm$ 5,11d	33,00 $\pm$ 7,20b	37,67 $\pm$ 2,08a	2,39 $\pm$ 0,17d
ARA46	53,33 $\pm$ 2,88ab	23,10 $\pm$ 3,15ac	56,73 $\pm$ 4,54ab	4,00 $\pm$ 1,38a	43,33 $\pm$ 3,78a	1,11 $\pm$ 0,08af
ARA47	45,67 $\pm$ 7,77ab	18,43 $\pm$ 4,05abc	56,47 $\pm$ 4,17ab	12,30 $\pm$ 2,77b	35,67 $\pm$ 5,51a	1,63 $\pm$ 0,32b
ARA51	62,67 $\pm$ 36,47ab	23,83 $\pm$ 6,79ac	67,60 $\pm$ 4,25cf	3,37 $\pm$ 0,81a	44,00 $\pm$ 7,55a	2,42 $\pm$ 0,19d
ARA53	34,00 $\pm$ 11,53a	19,07 $\pm$ 6,09abc	43,63 $\pm$ 2,02de	29,77 $\pm$ 5,95b	42,67 $\pm$ 2,88a	1,19 $\pm$ 0,21a
ARA58	40,67 $\pm$ 19,86a	10,93 $\pm$ 4,59b	53,13 $\pm$ 8,98ae	26,67 $\pm$ 10,37c	36,67 $\pm$ 8,50a	1,90 $\pm$ 0,17bc
ARA60	67,33 $\pm$ 19,22ab	14,93 $\pm$ 2,48ab	74,70 $\pm$ 5,98f	0,43 $\pm$ 0,15a	44,33 $\pm$ 2,88a	2,25 $\pm$ 0,13dg
F	1,2489	4,1894	9,487	23,4462	0,655	33,595
P	0,310349	0,001624	0,000003	0,000000	0,764663	0,00001

Les résultats sont exprimés en : Moyenne  $\pm$  ECT (Ecart type) de trois répétitions  
 Les moyennes en colonnes affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil 5 %, selon le Test LSD de Fisher

### 3-2. Incidence des maladies et la sévérité des symptômes

#### 3-2-1. Incidence de la rosette et de la cercosporiose

La **Figure 1** illustre l'évolution de l'incidence moyenne de la rosette et de la cercosporiose tardive observée durant la période Avril à Juin 2021. L'incidence moyenne a évolué du 45<sup>ème</sup> au 75<sup>ème</sup> jour après semis (JAS) en passant de  $6,06 \pm 5,24$  à  $42,42 \pm 10,49$  % pour la rosette (**Figure 1a**) et de  $66,67 \pm 5,24$  à  $96,69 \pm 5,72$  % pour la cercosporiose tardive au cours de la même période (**Figure 1b**). La maladie virale à rosette a débuté au champ 45 jours après semis (JAS), soit le 08 mai, chez l'accession ARA47 pour atteindre le pic 75 JAS, soit un mois après l'apparition des symptômes. Les accessions ARA44, ARA51, ARA53 et ARA60, avec une incidence moyenne de  $15,15 \pm 5,24$  %, ont été moins attaquées contrairement aux accessions ARA28, ARA30, ARA39 et ARA47 dont l'incidence moyenne a été plus élevée ( $30,3 \pm 5,24$  à  $42,42 \pm 10,49$  %). L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les valeurs de l'incidence de la rosette ( $F = 2,238$  avec  $P = 0,009$ ). Concernant la maladie foliaire à cercosporiose tardive, les premiers symptômes ont été observés 30 JAS (le 24 avril) chez l'accession ARA58. Quinze (15) jours après, soit 45 JAS, la maladie a touché au moins un plant de huit accessions sur les douze étudiées. A l'inverse, les plants des accessions ARA28, ARA30, ARA46 et ARA53 n'ont présenté aucun symptôme de cette forme de cercosporiose dite tardive. Le pic de la maladie a été atteint 75 JAS (en juin 2021). A cette date, toutes les accessions étudiées ont présenté des symptômes caractéristiques de la cercosporiose tardive. Au moins  $66,67 \pm 5,24$  % des plants de chaque accession ont été infectés par cette maladie foliaire. Une différence significative ( $F = 2,763$  et  $P = 0,018086$ ) entre les accessions d'arachide vis-à-vis de l'incidence de la cercosporiose a été observée.



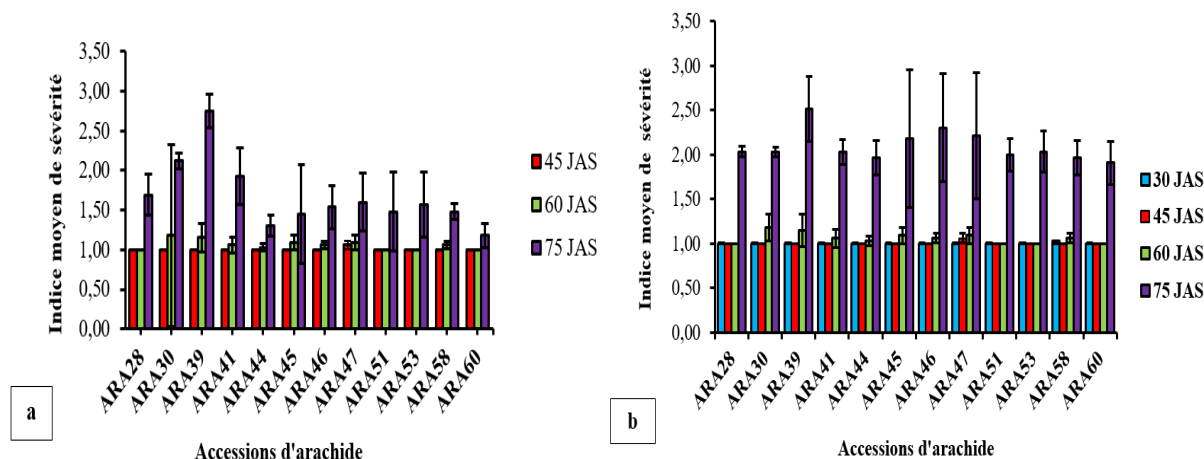
**Figure 1** : Évolution de l'incidence moyenne de la rosette (a), de la cercosporiose (b) en fonction des accessions suivant le cycle de l'arachide

#### 3-2-2. Sévérité des symptômes de la rosette et de la cercosporiose

L'indice moyen de sévérité des symptômes de la rosette et de la cercosporiose tardive a varié en fonction des accessions d'arachide étudiées. Concernant la rosette, les symptômes typiques de cette maladie virale ont été moins sévères sur les plants attaqués avec une note comprise entre  $1,18 \pm 0,15$  et  $2,75 \pm 0,21$  (**Figure 2a**). La gravité des symptômes a été observée 75 JAS sur les plants infectés des accessions ARA30 et ARA39 avec une note de sévérité respective de  $2,12 \pm 0,1$  et de  $2,75 \pm 0,21$ . Les accessions ARA60, ARA44, ARA45, ARA58, ARA51 et ARA46 ont montré une résistance à la rosette avec une note de sévérité comprise



entre  $1,18 \pm 0,15$  et  $1,54 \pm 0,27$ . Par contre, l'accèsion ARA39 a montré la plus forte sensibilité à la rosette ( $2,75 \pm 0,21$ ). S'agissant de la cercosporiose tardive, la note moyenne de sévérité des symptômes a varié de  $1,91 \pm 0,24$  à  $2,51 \pm 0,36$  (**Figure 2b**). L'analyse statistique de la variance n'a indiqué aucune différence significative ( $F = 0,583$  avec  $P = 0,824012$ ) entre les notes de sévérité des différentes accèsions d'arachide évaluées. Ces accèsions ont été moyennement résistantes à la cercosporiose.



**Figure 2 :** Évolution de l'indice moyen de sévérité des symptômes de la rosette (a), de la cercosporiose (b) en fonction des accèsions suivant le cycle de l'arachide

### 3-3. Corrélation entre les paramètres agromorphologiques et sanitaires

Une matrice de corrélation de Pearson a été générée pour déterminer les niveaux de relation entre les variables agromorphologiques et l'état sanitaire des accèsions d'arachide étudiées. Seules les corrélations significatives ( $P < 0,05$ ) ont été mises en relief dans le **Tableau 5**. L'analyse de la matrice a montré que l'incidence de la rosette (IM Ros (%)) et la sévérité de la cercosporiose (Sev Cer (%)) sont corrélées négativement ( $r = -0,62$  et  $-0,69$ ) au rendement net en graines (Rgr (t/ha)). Par ailleurs, la sévérité de la cercosporiose a été corrélée positivement ( $r = 0,58$  et  $0,67$ ) aussi bien à l'incidence qu'à la sévérité de la rosette. Des corrélations positives ( $r = 0,60$ ) ont été également observées d'une part, entre le pourcentage de gousses à 1 graine par pied (PG1g/p (%)) et l'incidence de la rosette et d'autre part, entre ce paramètre de rendement et les délais de levée (DL) et de floraison (DF). Cependant, le pourcentage de gousses à 1 graine par pied a été lié négativement ( $r = -0,64$ ) au rendement net en graines. Ce qui n'a pas été le cas du nombre de gousses par pied (NG/pied) qui est corrélé positivement ( $r = 0,62$ ) au rendement net en graines. L'analyse de la matrice a aussi révélé l'existence d'une corrélation positive ( $r = 0,62$ ) établie entre le pourcentage de gousses à 3 graines par pied (PG3g/p (%)) et la hauteur de la tige principale (HT (cm)).

**Tableau 5 : Matrice de corrélation de Pearson (*r*) entre les paramètres agromorphologiques analysés et l'état sanitaire chez 12 accessions d'arachide**

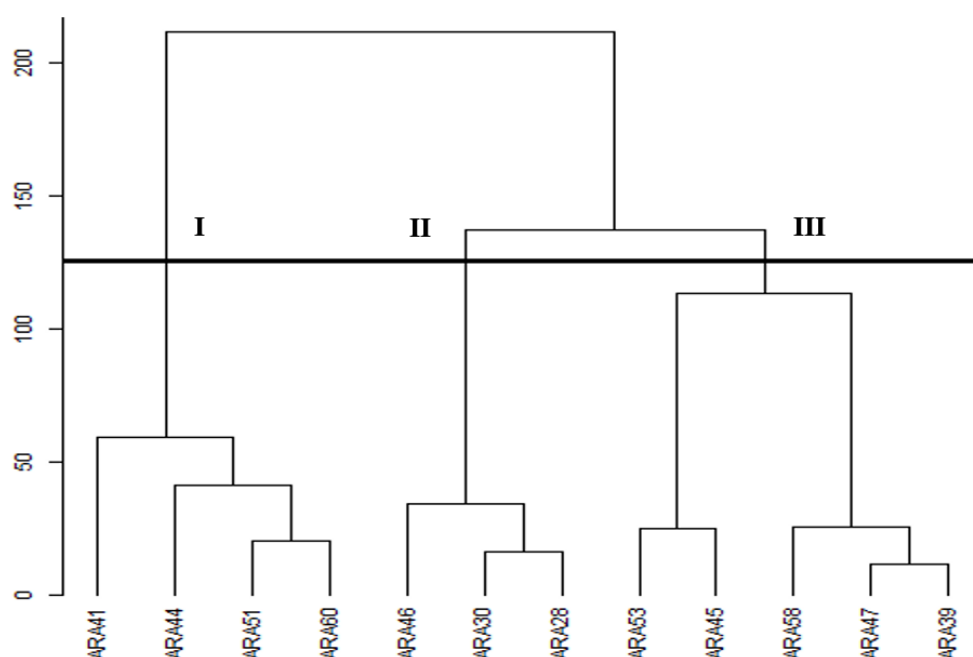
	DL(J)	DF(J)	DM(J)	HT (cm)	DC (cm)	NG/pieds	PG1gr/p (%)	PG2gr/p (%)	PG3gr/p (%)	Masse 100gr (g)	Rgr (t/ha)	IM Cer (%)	IM Ros (%)	Sév Cer	Sév Ros
DL(J)	1,00														
DF(J)	0,99*	1,00													
DM(J)	0,12	0,04	1,00												
HT (cm)	0,26	0,19	0,56	1,00											
DC (cm)	-0,18	-0,07	-0,31	-0,17	1,00										
NG/pieds	-0,48	-0,38	-0,36	-0,55	0,56	1,00									
PG1gr/p (%)	0,60*	0,60*	-0,23	-0,13	0,28	-0,19	1,00								
PG2gr/p (%)	-0,05	-0,05	0,28	-0,28	0,00	0,39	-0,03	1,00							
PG3gr/p (%)	-0,15	-0,20	0,15	0,62*	-0,34	-0,44	-0,54	-0,70*	1,00						
Masse100gr (g)	0,04	0,00	-0,25	-0,12	-0,09	0,15	0,31	0,42	-0,42	1,00					
Rgr (t/ha)	-0,45	-0,44	0,20	0,11	0,06	0,62*	-0,64*	0,30	0,18	-0,07	1,00				
IM Cer (%)	-0,22	-0,19	0,54	0,09	0,04	-0,09	-0,47	0,34	0,02	-0,46	0,08	1,00			
IM Ros (%)	0,42	0,41	-0,08	-0,06	0,16	-0,40	0,60*	-0,32	-0,15	-0,42	-0,62*	-0,03	1,00		
Sév Cer	0,20	0,23	0,05	0,09	0,50	-0,28	0,52	-0,22	-0,23	-0,14	-0,69*	0,21	0,58*	1,00	
Sév Ros	-0,08	-0,10	0,05	0,06	0,16	-0,28	0,17	-0,28	0,02	-0,14	-0,49	0,05	0,31	0,67*	1,00

Les valeurs des corrélations (*r*) marquées d'un astérisque (\*) sont les plus significatives ( $P < 0,05$ )

DL (J) : délai de levée ; DF (J) : délai de floraison ; DM (J) : délai de maturation ; HT (cm) : hauteur de la tige principale ; DC (cm) : diamètre au collet ; NG/pied : nombre de gousses par pied ; PG1gr/p (%) : pourcentage de gousses à 1 graine par pied ; PG2gr/p (%) : pourcentage de gousses à 2 graines par pied ; PG3gr/p (%) : pourcentage de gousses à 3 graines par pied ; Masse 100gr (g) : masse de 100 graines ; Rgr (t/ha) : rendement net en graines ; IM Cer (%) : incidence moyenne de la cercosporiose ; IM Ros (%) : incidence moyenne de la rosette ; Sév Cer : indice moyen de sévérité de la cercosporiose ; Sév Ros : indice moyen de sévérité de la rosette

### 3-4. Classification hiérarchique ascendante des douze accessions d'arachide

La classification hiérarchique ascendante (CAH) permet d'estimer le degré de ressemblance entre les accessions d'arachide utilisées. Celles qui appartiennent au même groupe, sont celles qui ont présenté des paramètres agromorphologiques et sanitaires similaires. Ainsi, la classification hiérarchique ascendante a permis de discriminer trois groupes distincts d'individus (**Figure 3**). Le groupe I est constitué des accessions ARA41, ARA44, ARA51 et ARA60, le groupe II est composé des accessions ARA46, ARA30 et ARA28, alors que le groupe III comprend les accessions ARA53, ARA45, ARA58, ARA47 et ARA39. Les accessions du groupe I sont caractérisées par une résistance à la cercosporiose et à la rosette et des rendements élevés. S'agissant des accessions du groupe II, elles ont présenté une sensibilité aux deux maladies et donné des rendements faibles. Le groupe III est caractérisé par des accessions moyennement résistantes ou tolérantes à la cercosporiose et à la rosette. Les rendements de ce groupe ont été élevés (1,63 à 2,39 t/ha), excepté l'accession ARA53 dont le rendement a été faible (1,19 t/ha).



**Figure 3 :** Dendrogrammes montrant les groupes d'accessions d'arachide révélés avec un niveau de similarité de 125

## 4. Discussion

### 4-1. Paramètres agromorphologiques des 12 accessions d'arachide évaluées

L'étude des stades phénologiques montre une variabilité entre les accessions d'arachide en rapport avec le délai de maturation. Cette variabilité du délai de maturation observée s'expliquerait par l'influence des facteurs abiotiques ou biotiques. Les facteurs abiotiques liés aux conditions climatiques pourraient influencer sur le cycle de développement végétatif, soit positivement, soit négativement. A ce sujet, une étude a montré que les variétés d'arachide évoluent différemment selon les conditions climatiques ou la zone agroécologique [16]. Une autre révèle qu'une plante d'arachide affectée par la cercosporiose manifeste un raccourcissement de son cycle végétatif [14]. Dans cette étude, le délai de maturation des accessions ARA28, ARA30, ARA41, ARA45, ARA46, ARA53 et ARA60 a oscillé entre 104 et 115 jours après semis (JAS). Certaines, parmi elles, ont

montré une résistance à la cercosporiose tardive et à la rosette et, pour d'autres, une résistance moyenne. En effet, les variétés d'arachide appartenant au groupe Spanish ou Valencia sont caractérisées par un cycle court, donc des variétés précoces de 90 à 115 jours [20]. Par contre, certaines variétés sont caractérisées par un cycle long de plus de 115 JAS soutiennent les mêmes auteurs. La variabilité du délai de maturation serait donc due à la précocité de certaines accessions étudiées, notamment celles citées plus haut. Les paramètres de croissance végétative observés ont été aussi marqués par des différences significatives au niveau de la hauteur de la tige principale. Cette différence observée serait liée, certainement, à la spécificité de chaque accession d'arachide comme indiqué plus haut. En effet, la variabilité du comportement observée au sein des variétés d'arachide peut s'expliquer par les caractéristiques génétiques de chaque variété, mais aussi par l'habileté du pathogène à surmonter les conditions environnementales spécifiques de l'hôte, et à l'expression des gènes de virulence [24]. Par ailleurs, plusieurs auteurs [19, 20] ont indiqué que les semis précoces sont l'un des moyens pour réduire les pertes de production dues aux cercosporioses et à la rosette. En Côte d'Ivoire, précisément dans la zone du Centre, les semis précoces (ou premier cycle de culture d'arachide) se font entre mars et avril, avant la grande saison des pluies [20]. Le semis des accessions d'arachide étudiées a été fait en mars. Ce qui aurait permis, certainement, à ces accessions de connaître un bon développement végétatif avant l'installation des maladies en plantation.

Bien que la plupart des accessions d'arachide étudiées aient été résistantes ou moyennement résistantes vis-à-vis de la cercosporiose tardive et à la rosette, il n'en demeure pas moins que leur rendement et ses composantes aient été affectés négativement. C'est ce qui expliquerait l'existence des corrélations négatives ( $r = -0,62$  et  $-0,69$ ) établies d'une part, entre le rendement net en graines (Rgr (t/ha)) et l'incidence de la rosette (IM Ros (%)) et d'autre part, entre le rendement net en graines (Rgr (t/ha)) et la sévérité de la cercosporiose tardive (Sév Cer). En effet, la cercosporiose s'attaque à tous les organes aériens de la plante, en particulier les feuilles [14]. Elle provoque de multiples taches nécrotiques sur ces dernières, réduisant ainsi l'activité photosynthétique de la plante. Une étude a montré que le remplissage des gousses nécessite une bonne activité photosynthétique [25]. Celle-ci se fait grâce aux feuilles de la plante qui interceptent la plus grande partie de l'énergie lumineuse. Une réduction de la surface foliaire par les symptômes de la cercosporiose tardive et/ou de la rosette entraîne une réduction de l'assimilation du  $CO_2$  nécessaire pour la synthèse de glucides en vue d'une meilleure formation des gousses [26]. Les pertes de rendement seraient liées en grande partie à la maladie virale à rosette. L'existence d'une corrélation positive ( $r = 0,60$ ) entre le pourcentage de gousses à 1 graine par pied (PG1g/p (%)) et l'incidence de la rosette montrerait que la rosette a limité la formation des gousses à une graine. Ceci est d'autant plus vrai que le pourcentage de gousses à 1 graine par pied est corrélé négativement ( $r = -0,64$ ) au rendement net en graines. En effet, cette maladie virale provoque un désordre physiologique qui se traduirait par une stérilité partielle des plants infectés. Ainsi, la production de gousses, en cas d'attaque précoce, est nulle ou limitée à quelques monograines [16].

#### 4-2. Paramètres épidémiologiques

La maladie fongique à cercosporiose tardive et la maladie virale à rosette se sont installées au champ, chez les accessions d'arachide étudiées, environ trois semaines après le stade de floraison (45 JAS) excepté l'accession ARA58. Chez cette accession, les symptômes de la cercosporiose tardive ont été observés 4 jours après le stade de floraison. Cette période (45 à 50 JAS) de déclenchement de ces maladies endémiques correspond aux stades d'émission de gynophores et de formation des gousses des accessions étudiées. 75 JAS, précisément dans le mois de juin, le pic des deux maladies est atteint. En d'autres termes, le pouvoir infectieux des deux agents pathogènes s'est accru au moment de la formation des gousses et du début de leur maturité. Des résultats similaires ont été rapportés dans une étude [15]. En effet, ces auteurs ont montré que l'infection naturelle de la cercosporiose due à *Cercosporidium personatum* ou cercosporiose tardive

intervient 46 JAS et le pic de l'infection est atteint 73 JAS. Quant à la rosette de l'arachide, les résultats obtenus montrent que 15 jours après l'installation de la maladie en plantation, tous les plants des accessions ont été infestés par le ou les virus de la rosette. En effet, en absence de moyens de contrôle des agents vectoriels du virus de la rosette, tous les plants d'arachide au champ peuvent être infestés. Des résultats similaires ont été rapportés dans une étude portant sur les maladies de l'arachide au Niger et au Burkina Faso [27]. La rosette de l'arachide est transmise par des pucerons *Aphis craccivora* Koch ou *A. leguminosae* Theo (Hemiptera : Aphididae). Ces pucerons, par leurs piqûres, transmettent à la plante les agents pathogènes viraux à l'origine de cette maladie [28, 29]. Le développement optimal de cet insecte piqueur suceur, tout comme l'agent pathogène de la cercosporiose, est influencé par des conditions climatiques telles que, l'humidité relative élevée et la température comprise entre 24 et 28,5° C. Des périodes prolongées d'humidité relative élevée et des températures journalières de 25° C, induisent un meilleur développement de ces deux maladies sur les plants d'arachide [14]. Concernant la rosette, Picasso [19] a indiqué qu'il faut environ 35 jours après le premier passage de l'humidité minimale diurne au-dessus de 66 % pendant une décade, pour observer une pullulation de pucerons susceptibles d'introduire la maladie au champ. Quant à la cercosporiose, des études ont montré que les facteurs climatiques tels que la pluie et la température influencent l'expression de la maladie [18, 30]. Or, le semis des douze accessions d'arachide étudiées a été fait le 25 mars après les premières grandes pluies.

En effet, la grande saison pluvieuse, dans la région de Bouaké, commence en mars et prend fin en juin [10, 31]. C'est ce qui expliquerait, sans doute, les corrélations positives établies ( $r = 0,58$  et  $0,67$ ) entre la sévérité de la cercosporiose et les paramètres sanitaires de la rosette (incidence et sévérité). La présence d'une maladie révèle la présence de l'autre. Cette présence des deux maladies en plantation sur les plants d'arachide, dans la même période, traduirait les conditions climatiques favorables à leur développement comme mentionné précédemment. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de la littérature [15] qui ont montré l'existence d'une corrélation positive entre l'irrigation (apport en eau) et la survenue de la cercosporiose ou de son évolution. En effet, la cercosporiose est initiée à travers la germination des spores pendant des périodes de forte humidité relative (80 - 83 %) et à des températures journalières comprises entre 25 et 28 °C [29, 32]. Cependant, des fortes pluies limiteraient l'activité des pucerons donc réduiraient leur capacité à répandre les agents viraux de la rosette en culture arachidière. Une étude a montré que les facteurs écologiques, notamment les précipitations, même lorsqu'elles sont fines, peuvent réduire les populations d'*Aphis*, vecteurs de la rosette [33]. Les attaques de la rosette au champ, sont plus sévères après la grande saison pluvieuse. Les résultats de l'incidence moyenne de la rosette obtenus dans la présente étude le prouvent. Cet avis est partagé par Picasso [19] qui a indiqué que l'incidence de la rosette est moins élevée au premier cycle de culture (semis précoce) qu'au deuxième cycle de culture (semis tardif). Dans le cas de la Côte d'Ivoire, précisément au Centre du pays, les semis tardifs ont lieu entre juin et juillet [20].

## 5. Conclusion

Cette étude met en évidence l'impact néfaste de la cercosporiose tardive et de la rosette sur la productivité de l'arachide cultivée. Ces deux affections fongique et virale se sont installées tardivement en plantation, 45 jours après semis, aux stades d'émission de gynophores et de formation de gousses. Le pic de ces maladies endémiques a été atteint un mois après le déclenchement des infections. Les corrélations négatives ( $r = - 0,62$  et  $- 0,69$ ) établies entre le rendement net en graines et la rosette et la cercosporiose tardive révèlent que ces maladies ont limité la formation des gousses et leur remplissage en graines. Mais, les accessions ARA41, ARA44, ARA60, ARA45 et ARA51 ont montré une résistance et/ou une tolérance à la rosette et à la cercosporiose tardive. Les meilleurs rendements net en graines ont été obtenus avec les accessions ARA60, ARA45 et ARA51 qui ont donné, respectivement, 2,25 ; 2,39 et 2,42 t/ha. Des études complémentaires devraient être menées, en tenant compte des deux cycles de culture, afin de proposer un calendrier de traitements phytosanitaires et des méthodes de lutte contre ces bioagresseurs pour l'amélioration de la productivité de l'arachide.

### Remerciements

*Nos remerciements à l'endroit des autorités du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA); notamment celles de la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières à Bouaké pour avoir mis à notre disposition des parcelles pour la mise en place de l'expérimentation. Nos remerciements également à M. KANATE Issouf, Technicien Supérieur au CNRA et M. KOUASSI Kouakou, Ouvrier spécialisé au CNRA, pour la mise en place de l'essai arachide.*

### Références

- [1] - V. SHARMA, G. R. PUROHIT, R. S. ARYA, M. HARSH, Evaluation of some complete rations in sheep incorporating unconventional feed resources of arid zone in India. *Anim. Nutr. Feed Technol.*, 6 (2006) 135 - 141
- [2] - E. GUCHI, A. AYALEW, M. DEJENE, M. KETEMA, B. ASALF, C. FININSA, Occurrence of *Aspergillus* species in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) along the value chain in different agro-ecological zones of Eastern Ethiopia. *J. Appl. Environ. Microbiol.*, 2 (2014) 309 - 317. DOI: 10.12691/jaem-2-6-7
- [3] - M. E. CHRISTIE, P. KYAMUREKU, A. KAAAYA & A. DEVENPORT, Farmers, peanuts and aflatoxins in Uganda : A gendered approach, *Dev. Pract.*, 25 (2015) 4 - 18
- [4] - M. MARLOIRE, Arachide, Encyclopædia Universalis [en ligne]. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/arachide/> (2019). Consulté le 29 Décembre 2020
- [5] - A. HAMASSELBE, La revalorisation de la filière arachide dans la zone Soudano-sahélienne du Nord Cameroun, *Tropicultura*, 26 (4) (2008) 200 - 205
- [6] - J. NDJEUNGA, B. R. NTARE, F. WALIYAR, M. RAMOUCH, Groundnut seed systems in West Africa: current practices, constraints and opportunities. Available at <http://oar.icrisat.org/5286/>, (2006)
- [7] - I. K. DZOMEKU, M. ABUDULAI, R. L. BRANDENBURG, D. L. JORDAN, Survey of Weeds and Management Practices in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) in the Savanna Ecology of Ghana. *Peanut Sci.*, 36 (2009) 165 - 173
- [8] - FAOSTAT, Agricultural production, crop primary database, Food and Agricultural Organization of the United Nations, ((2020) <http://faostat.fao.org/faostat>. Consulté le 14- 07-2021
- [9] - ANADER, La production vivrière : un enjeu national, *Bulletin de Liaison de l'Agence Nationale de Développement Rural*, (2009) 12 p.
- [10] - A. L. MANIZAN, D. AKAKI, I. PIRO-METAYER, D. MONTET, C. BRABET, R. KOFFI-NEVRY, Évaluation des pratiques culturales de l'arachide favorisant la contamination par les aflatoxines dans trois régions de Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (4) (2018) 1590 - 1600
- [11] - I. J. YUSSIF, K. CHARLES, O. MAHAMA, A. KWABENA, J. YIRZAGLA, Farmers' Perception and Farming Practices on the Effect of Early and Late Leaf Spots on Groundnut Production in Northern Ghana. *J. Biol. Agric. Healthc.*, 4 (2014) 22 - 28
- [12] - P. SUBRAHMANYAM, S. WONGKAEW, D. V. R. REDDY, J. W. DEMSKI, D. MCDONALD, S. B. SHARMA, D. H. SMITH, S. N. NIGAM, H. SUDINI, Field diagnosis of groundnut diseases. (In En. Fr. Summaries in En, Fr, Es.) Patancheru, A.P. 502 324, India : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, *Information Bulletin* no. 36 (revised), (2012) 88 p.
- [13] - D. K. OKELLO, M. BIRUMA & C. M. DEOM, Overview of groundnuts research in Uganda: past, present and future, *African Journal Biotechnology*, 9 (39) (2010) 6448 - 6459
- [14] - N. FRANGOIE, H. TATA et N. MAHUNG, "Les systèmes de production et de gestion des principales cultures vivrières", Ed. IITA, (2012) 13 p.

- [15] - P. Z. BLIZOUA BI. et N. V. DJAN, Pertes de rendements chez l'arachide dues à un déficit hydrique en relation avec la cercosporiose tardive (*Cercosporidium personatum*) en Côte d'Ivoire, *Cahiers Agricultures*, 4 (1995) 307 - 310
- [16] - V. A. ZINSOU, L. GARBA SAY, A. FANOU, E. SEKLOKA, C. KOUSSINOU, A. J. DJENONTIN, A. AWEHA, M. DRAMANE, C. KOROGONE & F. GAGNON, Importance des cercosporioses de l'arachide et sélection des variétés pour la résistance aux maladies au Bénin. *Tropicultura*, 37 (4) (2019) 4 - 22
- [17] - K. G. MUKERJI RAJEEV, H. O. UPADHYAY, B. P. CHAMOLA, P. DUEBY, Integrated Pest And Disease Management. *APH Publishing*, (2009) 710 p., ISBN 8131304752, 9788131304754
- [18] - R. SCHILLING, P. DIMANCHE, P. CRAMBADE & J. GAUTREAU, "L'arachide en Afrique Tropicale", Ed. Maisonneuve et Larose CTA, Paris, (1996) 25 - 35
- [19] - C. PICASSO, Aflatoxine, Rosette et Rouille de l'arachide : Environnement climatique propice à leur présence et développement, *Oléagineux*, 42 (1) (1987) 25 - 33
- [20] - M. F. D. P. N'GBESSO, L. FONDIO, N. COULIBALY, A. H. DJIDJI, K. E. B. DIBI, Bien cultiver l'arachide en Côte d'Ivoire. *Fiche plante protéagineuse n°2*, CNRA, (2020) 4 p.
- [21] - J. C. N'ZI, C. KOUAME, A. S. P. N'GUATTA, L. FONDIO, A. H. DJIDJI et A. SANGARE, Evolution des populations de *Bemisia tabaci* Genn. Selon les variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire. *Sciences Naturelle*, 7 (1) (2010) 31 - 40
- [22] - D. L. MBEUGANG, C. H. SUH, G. A. MBONG et M. NGUEGUIM, Effet de la maladie des taches angulaires sur le rendement des variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) à Foubot dans l'ouest Cameroun. *Agronomie Africaine*, 29 (2) (2017) 197 - 206
- [23] - B. COUPAT-GOUTALAND, D. BERNILLON, A. GUIDOT, P. PRIOR, X. NESME et F. BERTOLLA, *Ralstonia solanacearum* virulence increased following large interstrain gene transfers by natural transformation. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 24 (4) (2011) 497 - 505
- [24] - J. J. MEKANALOS, Environmental signal controlling expression of virulence determinants in bacteria, *J. Bacteriol.*, 174 (1992) 1 - 7
- [25] - K. KOÏTA, B. M'BI ZAGRE et P. SANKARA, Aqueous plant extracts for control of groundnut leaf spot in BURKINA FASO. *African crop science journal*, 25 (3) (2017) 311 - 319
- [26] - M. NGUEGUIM, T. MEKONTCHOU, M. FOBASSO et L. NOUNAMO, Influence of time of planting on yield and grain quality of bean genotypes grown on an andosol in the western Highlands of Cameroun. *African Crop Science Journal*, 19 (4) (2011) 255 - 265
- [27] - P. SUBRAHMANYAM, J. P. BOSC, HAMA HASSANE, D. H. SMITH, A. MOUNKAILA, B. J. NDUNGURU, Ph. SANKARA, Les maladies de l'arachide au Niger et au Burkina Faso, *Oléagineux*, 47 (3) (1992) 120 - 133
- [28] - N. E. NDENGO, S. R. E. BOOTO, D. THILENGE, H. TUTALA et G. KABALA, Rosette de l'arachide, *Plantwise*, (2016) [www.plantwise.org](http://www.plantwise.org)
- [29] - COMPENDIUM OF PEANUT DISEASE, "The American Phytopathological Society", N. Kokalis-Burelle, D. M. Porter, R. Rodriguez-kabana, D. H. Smith, P. Subrahmanyam, St. Paul, Minnesota, (1997) 55121 - 2097
- [30] - L. THILENGE, Pathosystem Groundnut (*Arachis hypogaea* L.), *Cercospora* spp. And Environment in DR-Congo : Overtime Interrelation, In : Contribution to Food Security and malnutrition in DR Congo, K.K.C. Nkongolo, Ed. Laurentian Press, (2010) 195 - 221
- [31] - Y. T. BROU, F AKINDES et S. BIGOT, La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : Entre perception sociales et réponses agricoles, *Cahier Agriculture*, 14 (6) (2005) 533 - 540. DOI: 10.13140/2.1.5174.3368
- [32] - B. EZZAHIRI et A. SEKKAT, Maladies et Ravageurs de l'arachide : identification et moyen de lutte, *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA*, (2001) 4 p.
- [33] - M. R. HASSAN, M. AHMAD, M. H. RAHMAN et M. A. HAQUE, Aphid Incidence and its Correlation with Different Environmental Factors, *J. Bangladesh Agric. Univ.*, 7 (1) (2009) 15 - 18