



Agressivité de la pourriture brune des cabosses de cacaoyer dans le sud-est de la Côte d'Ivoire

¹ POHE Jean, ² KOULA Joseph, ³ RABE Ghislain Romuald, ⁴ DEZAI Léa Rosine

¹ Laboratoire de biologie et de pathologie végétales Institut Polytechnique Félix Houphouët Boigny de Yamoussoukro BP 1313 Yamoussoukro Côte d'Ivoire

² Enseigneur-chercheur en biométrie Institut Polytechnique Félix Houphouët Boigny de Yamoussoukro BP 1313 Yamoussoukro Côte d'Ivoire

³ Ingénieur Agronome à Société Africaine de Cacao (SACO) Côte d'Ivoire

⁴ Ingénieur Agronome chez Adonai Culture and Food Côte d'Ivoire

E-mail auteur correspondant : pobejean@yahoo.fr

Mots clefs : Cabosses, Localités, Infection, *Phytophthora*, Pourriture Brune

Keywords: Pods, places, infection, *Phytophthora*, brown rot

1 SUMMARY

Les récoltes sanitaires ont permis à elles seules de contrôler aisément la pourriture brune des cabosses de cacaoyers en Côte d'Ivoire jusqu'à une période récente. Les espèces impliquées à cette période ont été décrites comme étant *Phytophthora palmivora* et *Phytophthora citrophthora*. Cependant, ces dernières années, les planteurs surtout ceux du sud-est de la Côte d'Ivoire observent leurs productions diminuer de façon drastique malgré l'utilisation de cette pratique. Pour déterminer avec exactitude le niveau de cette affection dans cette zone où des pertes anormales de production ont été signalées, des observations ont été menées dans des cacaoyères des départements d'Alépé, d'Aboisso et d'Abengourou. Des passages hebdomadaires au cours desquels ont été dénombrées les cabosses atteintes de pourritures brunes et les cabosses saines ont permis de constater des niveaux d'infection très élevés soit, $62,82 \pm 6,75\%$, $69,92 \pm 4,63\%$ et $77,60 \pm 4,77\%$ respectivement à Alépé, Aboisso et Abengourou. Ces taux sont semblables à ceux enregistrés dans les pays où sévit régulièrement *Phytophthora megakarya*, espèce reconnue pour son agressivité. Cette grave affection devient plus importante plus on s'approche de la frontière avec le Ghana aussi, les sporocystes isolés des cabosses infectées sont semblables à ceux de *Phytophthora katusurae* ce qui évoque l'introduction de cette en Côte d'Ivoire à partir du Ghana. Cependant, il reste entendu que les conditions environnementales créées par la démotivation des planteurs suite à la chute des prix des produits de base que sont le café et le cacao à partir de 1980, associées au manque d'entretien des vergers, y auraient favorisé une émergence rapide de la pourriture brune.

ABSTRACT

Aggressiveness of Cocoa Pod Brown Rot in Southeast of Cote d'Ivoire

The attacks on cocoa caused by *Phytophthora sp.* was easily controlled by proper sanitary methods at harvest few years ago. The involved species were *P. palmivora* and *P. citrophthora*. However, in recent years, farmers especially those in the south-east of Ivory Coast watch their productions decrease drastically despite the use of this practice. To accurately determine the level of the disease in the area where abnormal production losses were reported, observations



were conducted in cocoa plantations of Alépé, Aboisso, and Abengourou. Weekly passages in which were counted pods with brown rot and healthy pods revealed very high levels of infection at , $62.82 \pm 6.75\%$, $69.92 \pm 4.63\%$ and $77.60 \pm 4.77\%$ respectively for Alépé , Aboisso and Abengourou They are similar to the rate recorded in countries where there is the *Phytophthora megakarya* species known for its aggressive infection rate. With the high infection of cocoa pod by brown rot, its progression from the border with Ghana and the morphology of the sporangia observed, about it is hypothesized that the introduction of this aggressive species *Phytophthora megakarya* in Côte d'Ivoire is from Ghana where it is endemic. However, it remains understood that the environmental conditions created by the morale of the growers by the fall in prices of the commodities like coffee and cocoa since 1980, associated with the lack of maintenance of orchards have made the cocoa plantations susceptible to the emergence of the new Brown rot in the Southeast of country.

2 INTRODUCTION

Le cacao avec une production annuelle de 1,3 millions de tonnes de fèves, positionne la Côte Ivoire au premier rang de l'offre mondiale (ICCO, 1996). Cette performance découle en partie de l'état sanitaire des plantations et surtout de l'entretien qui y était apporté par les producteurs jusqu'en 1980 période à partir de laquelle le prix du kilo de fève a commencé à chuter (Kouadjo et al.). En effet, en Côte d'Ivoire, hormis les attaques d'insectes nuisibles notamment les Mirides (N'guessan et Coulibaly, 2000) facilement combattus avec des insecticides classiques, la cacao culture ne connaissait aucune pathologie majeure. Les attaques dues aux *Phytophthora sp.* pouvaient être contrôlées par les seules récoltes sanitaires. Les espèces *Phytophthora palmivora* et *Phytophthora citrophthora* lui étaient inféodées avec peu de virulence à cette période (Babacauh, 1980), alors qu'au Cameroun et au Ghana, l'espèce connue comme agressive en occurrence *Phytophthora megakarya* sévissait de

façon endémique depuis plusieurs années (Brasier et Griffin, 1970 ; Zentmyer, 1988 ; Niasse, 1999 ; Opoku, 1997). Cependant, ces dernières années en Côte d'Ivoire, il est force de constater une augmentation des incidences de la pourriture brune des cabosses de cacao provoquant des pertes de productions très importantes surtout dans la région frontalière Sud-est de la Côte d'Ivoire avec le Ghana (Abengourou, Aboisso, Alépé). Jusqu'alors aucune donnée n'est disponible, ce qui ne permet pas d'établir des statistiques en vue de vérifier l'ampleur exacte de cette affection. Dans cette étude, nous nous proposons d'une part d'observer des plantations villageoises dans différentes localités du sud-est de la Côte d'Ivoire afin d'évaluer le niveau d'infection des cabosses de cacao par *Phytophthora sp.* et d'autre part de procéder à des observations microscopiques des fructifications sporifères en vue d'identifier des espèces impliquées.

3 MATERIELS ET METHODES

Les observations ont eu lieu de Mai en Juillet dans des plantations villageoises composées de plants d'hybridations diverses, dans la zone frontalière sud-est de la Côte d'Ivoire. Elles concernent les localités administratives d'Alépé, d'Aboisso et d'Abengourou distantes de la frontière avec le Ghana respectivement de 108, 68 et 28 km. Ce sont des plantations villageoises réhabilitées avec la reprise des entretiens de défrichage et de récoltes sanitaires suite à la

montée du prix de kilogramme de fèves payé aux producteurs à partir de 2001. Elles ne bénéficient pas d'application de pesticides (fongicide et insecticide). Les superficies de ces plantations villageoises varient généralement de 1 à 1,5 hectares. Les observations ont porté sur trois plantations par localité. Le dispositif expérimental est donc constitué de 3 parcelles élémentaires (plantations) qui constituent des répétitions par localité, soit, 9 parcelles pour l'ensemble des

observations. Les observations ont consisté en des passages hebdomadaires au cours desquels sont dénombrées les cabosses saines et celles affectées par la pourriture brune sur la base des symptômes déjà décrits par d'autres auteurs (Blaha et Lotode, 1976 ; BABACAUH, 1980 ;

Sonii, 2005 et Fossouo, 2006). Il s'agit d'une lésion qui, au départ, présente un aspect translucide et qui, ensuite, évolue en pourriture brune. Elle reste ferme au toucher et se couvre au stade ultime d'un revêtement sporifère blanc-crème (Figure 1).



A **B**
Figure 1 : Symptômes des affections de *Phytophthora* sp. sur cabosse de cacaoyer (A stade lésion brune, B stade fructification)

Des récoltes sanitaires portant sur tous les fruits présentant des symptômes ont été faites à chaque passage hebdomadaire après le comptage des cabosses. Cette opération a pour but d'éviter des réinfections à partir de ces cabosses infectées, sources potentielles d'inoculum de *Phytophthora*. Des fructifications sur des cabosses infectées sont ensuite prélevées à l'aide d'une aiguille lancéolée et montée entre lame et lamelle dans du colorant bleu Cotton et observées sous un optique binoculaire (40 × 10). Les niveaux des infections sont calculés en pourcentage des cabosses affectées par la pourriture brune par rapport au total des cabosses observées. L'établissement des courbes de l'évolution dans le

temps des taux hebdomadaires et des taux cumulés de la maladie et des courbes de tendance y afférant, ont permis de suivre l'évolution du niveau de la maladie dans les différentes parcelles et d'en déterminer les caractéristiques. Les tests d'ANOVA sur le logiciel SPSS 17.0. et de comparaison des pentes des courbes de tendance par l'utilisation de variables muettes sur le Logiciel STATA, ont permis d'évaluer et de comparer les différents niveaux de la maladie durant cette campagne. La comparaison des spores aux descriptions de BRASIER *et al.* (1981) nous donnent des indications sur les espèces impliquées.

4 RESULTATS

4.1 **Évolution du niveau de la maladie :** A partir des données d'observation, il nous a été possible de tracer l'évolution des taux de la pourriture brune des cabosses de cacao dues à *Phytophthora sp* en fonction du temps, comme illustrée dans la figure 2. Ces courbes de

l'évolution de la pourriture brune présentent, toutes, une allure irrégulière avec des pics par endroit. Aussi, La pluviométrie mensuelle de la période correspondante à cette étude observations (mai à juillet) apparait-elle être la plus élevée de l'année (Figure3).

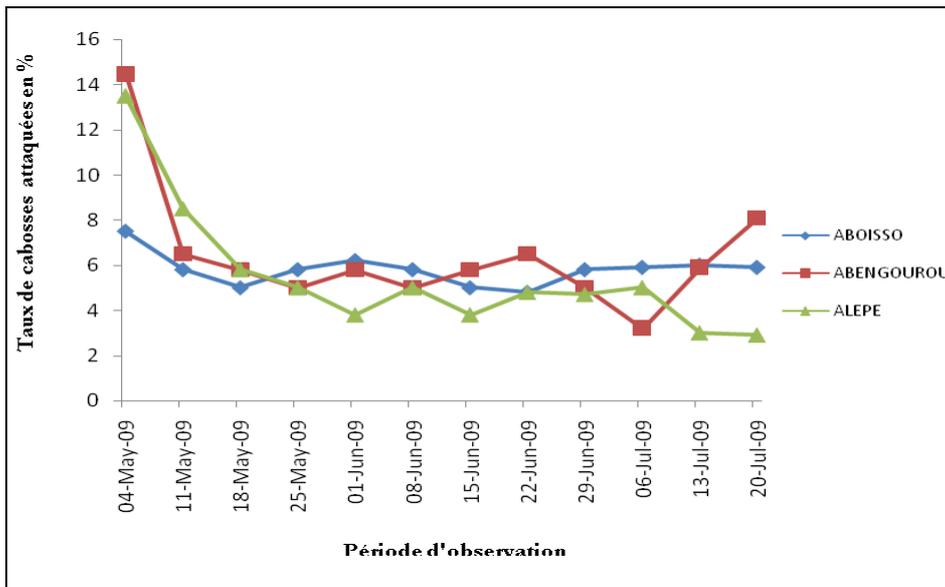


Figure 2 : Évolution hebdomadaire des attaques des cabosses de cacao dues à *Phytophthora sp*

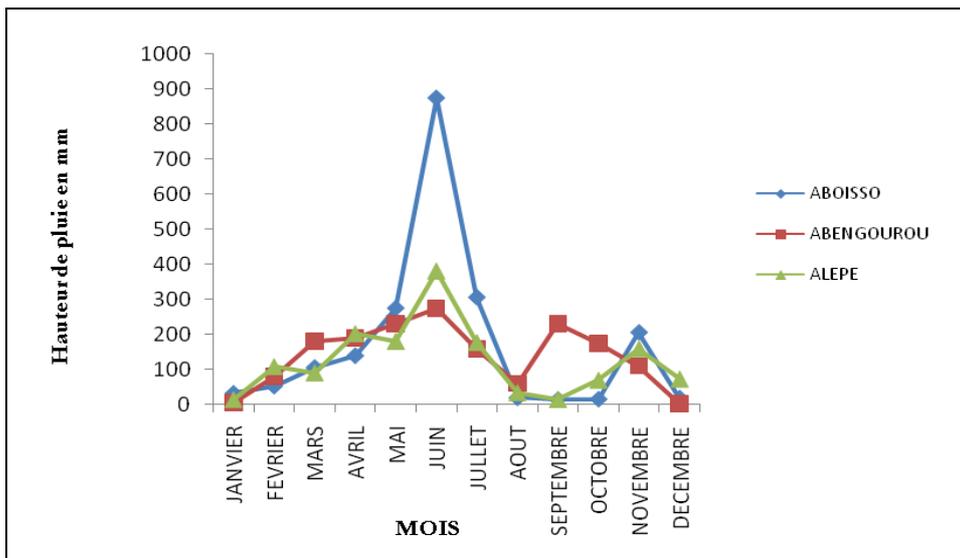


Figure 3 : Pluviométrie mensuelle d'Aboisso, d'Abengourou et d'Alépé de la période correspondante aux observations

4.2 Caractéristiques épidémiques : Les caractéristiques épidémiques de la pourriture brune due à *Phytophthora sp.* à partir de cette étude observations, sont illustrées par les courbes des figures 4 et 5. Les courbes de progression établies à partir des taux cumulés de la maladie (figure 4)

ne peuvent être exploitées qu'avec une transformation. En effet, il est difficile, voir impossible de travailler avec les parties sigmoïdes que présente l'allure générale des courbes se rapportant à l'évolution des maladies (Merill, 1980 ; Van Der Plank ; Zadok et Schein, 1979).

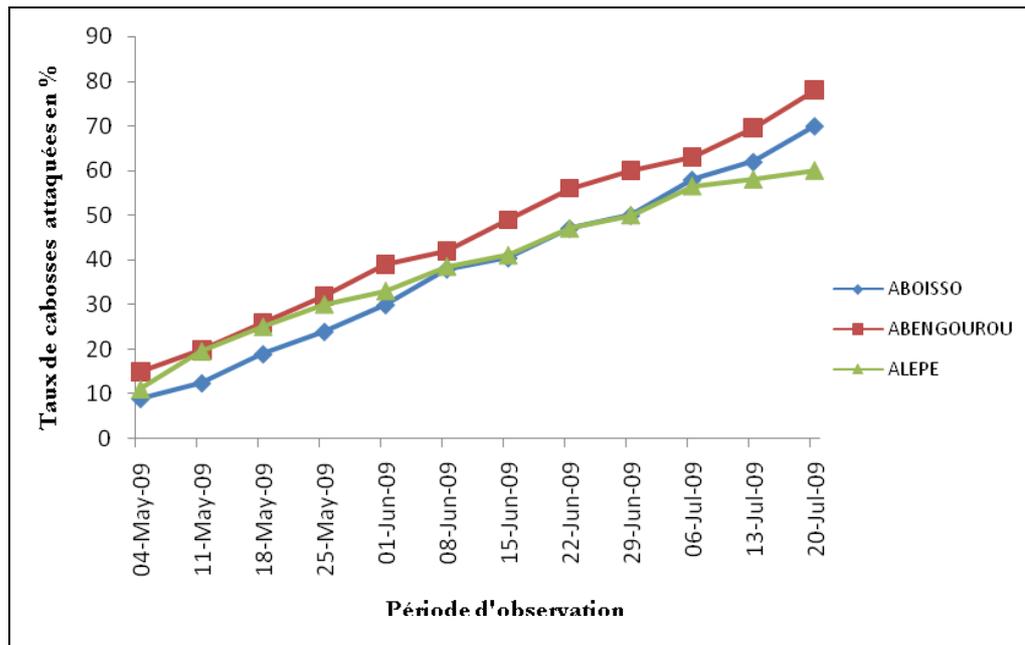


Figure 4 : Évolution des taux cumulés des attaques dues à *Phytophthora sp* (en pourcentage)

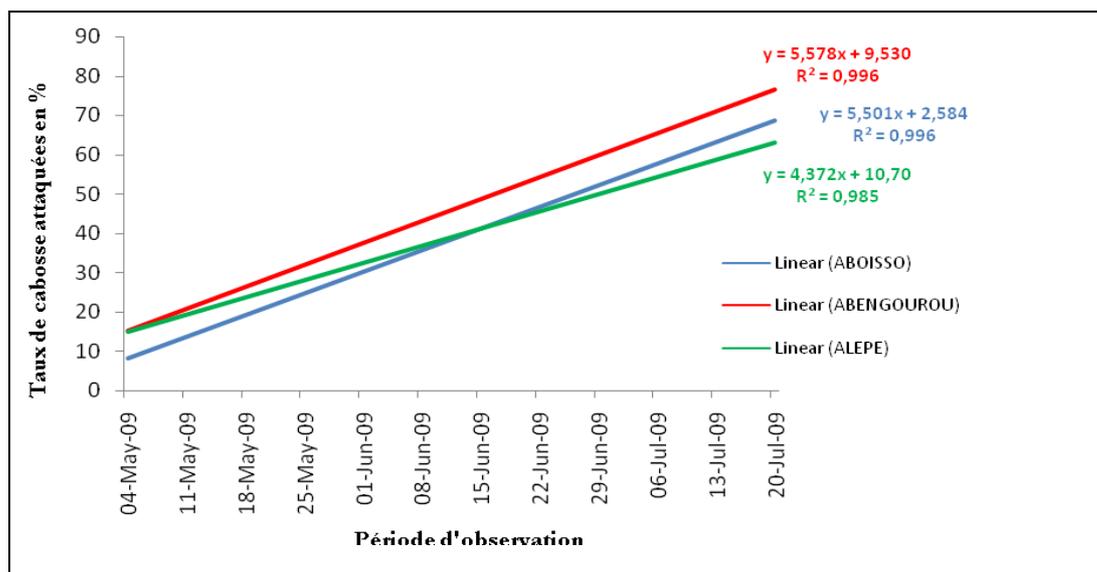


Figure 5 : Droites de régression linéaire issues des courbes d'évolution des taux cumulés des attaques dues à *Phytophthora sp*



La transformation des courbes de progression des maladies a été toujours perçue comme essentielle pour l'analyse de l'épidémie dans toutes ses phases (Kranz, 1974 ; Zadok et Schein, 1979). Dans ce cas précis de la pourriture brune des cabosses due à *Phytophthora sp.* la progression de la maladie issue des données de cette étude observations peut être reportée à une droite de régression linéaire. Les coefficients de détermination de ces droites de régression linéaire rendent compte de la variation observée d'au moins 99,60%, 99,60% et 98,50 respectivement pour les données d'Abengourou, d'Aboisso et d'Alépé (figure 5). Il n'y a pas de différence significative entre les points relatifs aux observations et ceux définis par les équations de la régression linéaire obtenues. Cette transformation ne nous éloigne donc pas des données réelles de cette étude observations. Les droites de régression ainsi obtenues illustrent la pression de la pourriture brune dans chacune des localités d'étude. Les coefficients directeurs ou pentes des droites de régression linéaire expriment en fait la vitesse avec laquelle la maladie évolue. Dans cette étude conditions

expérimentales, ils sont de l'ordre de 4,372, 5,50 et 5,578 respectivement pour les données d'Alépé, d'Aboisso et d'Abengourou (figure 5). Ils sont tous positifs ce qui exprime une augmentation régulière dans le temps des taux des cabosses infectées dans les différentes localités. La différence entre les pentes des localités est de 0,078 (5,578 - 5,50) entre Abengourou et Aboisso, de 1,2 (5,578 - 4,372) entre Abengourou et Alépé et de 1,12 (5,50 - 4,372) entre Aboisso et Alépé. Le test de significativité de la différence entre les pentes est donné par le Tableau 1. Il indique que les pentes des droites de régression linéaire sont statistiquement identiques entre Abengourou et Aboisso ($P > |t| = 0,768 > 5\%$) et hautement différentes entre Abengourou et Alépé d'une part et d'autre part entre Aboisso et Alépé ($P > |t| = 0,000 < 1\%$). L'augmentation des taux des cabosses atteintes par la pourriture brune serait plus rapide à Abengourou et Aboisso respectivement distants de 28 et 68 km de la frontière avec le Ghana qu'à Alépé situé à 108 km de la frontière.

Tableau 1 : Comparaison des coefficients directeurs des droites de régression linéaire par l'utilisation de variables muettes

Différence entre les pentes	Coef	t	P > t
ABENGOUROU-ABOISSO	0,0776	0,30	0,768^{ns}
ABENGOUROU-ALEPE	1,129	7,01	0,000^{**}
ABOISSO-ALEPE	1,206	6,72	0,000^{**}

ns : non significative, $P > |t| > 5\%$

** : hautement significative $P > |t| < 1\%$

4.3 Taux d'infection : Les taux d'infection globaux en pourcentages de cabosses affectées obtenus à partir de cette étude observations sont consignés dans le Tableau 2. Ces observations nous ont permis d'enregistrer, malgré les récoltes

sanitaires qui y sont associées, des taux d'infection élevés. Ils sont de $62,82 \pm 6,75\%$ à Alépé, $69,92 \pm 4,63\%$ à Aboisso et de $77,60 \pm 4,77\%$ à Abengourou.



Tableau 2 : Résultats globaux ; pourcentages des cabosses attaquées par *Phytophthora sp.* pour toute la durée des observations (04 mai au 20 juillet).

Localités/Répétitions	Cabosses attaquées	Total cabosses	Taux d'attaque	Écart type	
Alepé	r1	5 530	7 840	70,53%	6,75%
	r2	18 340	30 590	59,95%	
	r3	11 830	20 405	57,98%	
	Moyenne	11 900	19 612	62,82%	
Abengourou	r1	11 200	14 000	80,00%	4,77%
	r2	20 055	24 850	80,70%	
	r3	10 220	14 175	72,10%	
	Moyenne	13 825	17 675	77,60%	
Aboisso	r1	38 622	55 703	69,34%	4,63%
	r2	41 108	62 667	65,60%	
	r3	33 478	44 747	74,81%	
	Moyenne	37 736	54 372	69,92%	

L'ANOVA réalisée sur ces taux d'infection montre qu'il y a une différence significative entre les localités avec $P = 0,044 < 5\%$ (Tableau 3).

Tableau 3: Analyse statistique sur les taux des cabosses de cacaoyer attaquées par *Phytophthora sp.*

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	327,845	2	163,922	5,475	,044*
Intra-groupes	179,637	6	29,940		
Total	507,482	8			

* : significative $P = 0,044 < 5$

La localité d'Abengourou qui est à 28 km de la frontière avec le Ghana enregistre le niveau de maladie le plus élevé. En revanche, la localité d'Alepé distante de 108 km enregistre le niveau le plus faible. La localité d'Aboisso situé à 68 km de la frontière quant à elle présente des taux d'attaques intermédiaires. Les taux d'attaque des cabosses croissent donc d'Alepé à Abengourou en passant par Aboisso.

4.4 La morphologie des sporocystes : A partir du tube optique, sous les objectifs du microscope binoculaire, plusieurs organes, tels que des mycéliums, des sporocystophores, des chlamydospores et des sporocystes caractéristiques du genre *Phytophthora* (De bary, 1876 et Waterhouse, 1956) ont pu être observés

(Figure 5). Cependant, les caractères morphologiques des sporocystes donnent des indications sur des espèces selon les descriptions de Brasier et *al.* en 1981. Ainsi, nous avons pu observer trois formes de sporocystes :

- Sporocystes de forme allongée avec une papille proéminente qui correspondrait à ceux de *Phytophthora palmivora* ;
- Sporocystes de forme arrondie avec une papille proéminente qui correspondrait à ceux de *Phytophthora megakarya* ;
- Sporocystes de forme arrondie avec une papille non proéminente qui correspondrait à ceux de *Phytophthora citrophthora*.

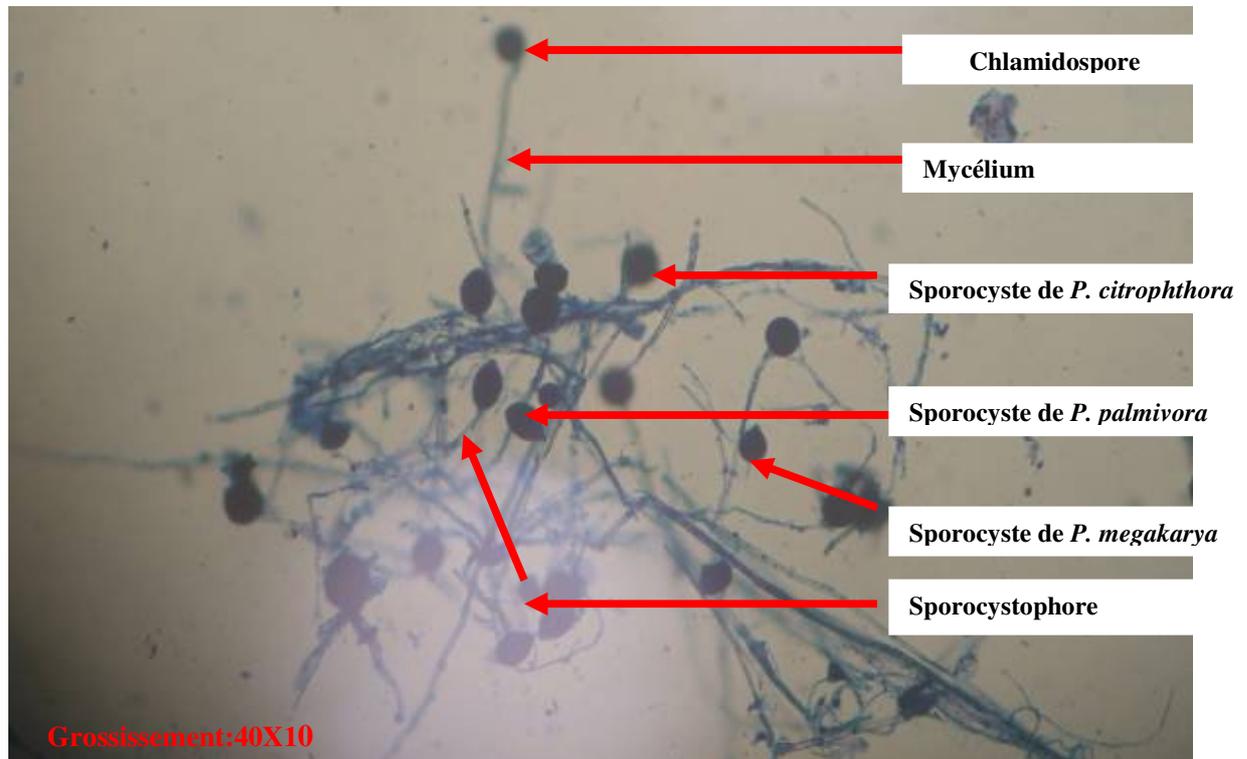


Figure 6 : Organes de *Phytophthora* sp. issus de cabosses de Cacaoyer du Sud-est de la Côte d'Ivoire

5 DISCUSSION

Les pics présents sur les courbes d'évolution des taux de la pourriture brune correspondent aux taux les plus élevés enregistrés au cours de cette étude observations. Ils présentent les caractéristiques bien connues des infections à *Phytophthora* sp qui sont étroitement liées aux pluies (Babacauh, 1980 ; Duniway, 1979). En effet la pluie favorise l'installation et le développement des maladies à Phycomycètes comme la pourriture brune des cabosses due à *Phytophthora* sp. Elle crée des conditions favorables à leur reproduction et à la dissémination de leurs propagules. L'eau apparaît comme l'élément indispensable surtout dans l'amorce et le maintien de l'épidémie (Brasier et Hansen, 1992). Elle ne constitue nullement un facteur limitant des maladies cryptogamiques en zone tropicale humide (Babacauh, 1980) et ce milieu d'étude en est un exemple. Les mois de mai, juin et juillet qui correspondent à la période de cette étude observations ont enregistré les hauteurs de pluies les élevées pour toutes les trois localités selon les

données de la SODEXAM, Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique(2009). Les conditions d'eau y sont donc réunies pour le développement de la pourriture brune des cabosses de cacaoyer durant cette période.

Aussi, plus les plantations sont proches de la frontière avec le Ghana plus les taux d'attaques des cabosses sont importants comme si le déterminant de l'agressivité de la pourriture brune proviendrait de la frontière avec le Ghana et progresserait vers l'intérieur de la Côte d'Ivoire. Malgré cette différence d'une localité à une autre, le niveau de la maladie est aujourd'hui anormalement élevé dans toutes les plantations observées dans la zone Sud-est de la Côte d'Ivoire. Autrefois, les niveaux d'attaque des cabosses de cacaoyer par les *Phytophthora* étaient évalués en Côte-d'Ivoire par Babacauh en 1980 à 25% et en dessous de ces taux les récoltes sanitaires auraient suffi pour contenir



économiquement la maladie selon le même auteur. A cette période, la pourriture brune serait essentiellement due aux deux espèces que sont *Phytophthora palmivora* et *Phytophthora citrophthora* en Côte d'Ivoire (Babacauh, 1980). Cette étude observations montre que les taux d'infection de la maladie sont actuellement au-delà de 25%. Ils sont même supérieurs à la moyenne mondiale qui est de 44% (Van der vossen, 1989). Ils sont semblables à ceux obtenus dans les pays où sévit l'espèce la plus agressive *Phytophthora megakarya* en absence des traitements chimiques (Nyasse, 1992). Aussi, selon la morphologie des sporocystes, Il y aurait une association de trois espèces de *Phytophthora sp.* dans les affections des cacaoyers du Sud-est de la Côte d'Ivoire. L'espèce *Phytophthora megakarya*, connue comme agressive, dans le monde serait présente en Côte d'Ivoire comme l'ont déjà mentionné d'autres auteurs (Kebe et al., 2001; Koné, 1999). Si l'introduction de l'espèce *Phytophthora megakarya* est possible grâce à la perméabilité des frontières et aux échanges du matériel végétal avec le Ghana où la maladie est endémique (Opoku, 1997), son développement en Côte d'Ivoire le serait davantage. En effet le verger de cacaoyer de la

6 CONCLUSION

Il sort de cette étude que les cacaoyères dans la zone Sud-est de la Côte-D'ivoire sont menacées. Les niveaux d'attaque sont partout élevés et semblables à ceux enregistrés dans les pays où l'espèce agressive *Phytophthora megakarya* sévit en absence des applications fongicides. Avec cette importante affection des cacaoyères qui progresse à partir de la frontière avec le Ghana, pays où la

Côte-d'Ivoire a manqué d'entretien suite à la chute drastique des cours mondiaux des produits de base et la disparition d'un prix minimum stabilisé en Côte d'ivoire à partir de 1980 (Kouadjo et al. 2002). La diminution du pouvoir d'achat des planteurs de cacaoyer a contraint ceux-ci à s'orienter vers d'autres spéculations notamment les cultures vivrières, abandonnant les cacaoyers sans traitement insecticide, ni défrichage et récolte sanitaire. Toutes ces conditions prédisposeraient la cacaoyère à la pourriture brune qui se trouve actuellement à un taux d'infection compris entre 62,82 et 77,60% selon cette étude observations. Des accumulations des propagules diverses de *Phytophthora* auraient eu lieu au cours des années et auraient concouru à la sévérité des attaques. Il est connu en pathologie végétale que plus il y a des propagules, plus les infections sont régulières et plus la maladie est importante (Shafer And Heagle, 1985 ; Simmonds, 1988 ; Carisse and Kushila, 1989). Quoiqu'il en soit, la production cacaoyère est menacée en Côte-d'Ivoire, un effort conjugué des chercheurs, des agents de développement et des décideurs politiques s'avère nécessaire pour y remédier.

pourriture brune des cabosses de cacaoyer est endémique et avec la perméabilité de la frontière, l'introduction de *Phytophthora megakaria* a été possible. La situation interpelle les décideurs pour une intervention urgente et adéquate en ce qui concerne la stratégie de lutte à mettre en place contre la pourriture brune devenue agressive.

7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Babacauh K.D., 1975, Évolution de la pourriture brune dans les conditions naturelles de la cacaoyère ivoirienne. *Café Cacao Thé* 19, 293-301.
- Babacauh K.D., 1980, Structure et dynamique des populations de *Phytophthora spp.* parasite du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) These Docteur d'État, Université d'Orsay N°2344, 180 pages.
- Blaha G. and Lotode R., 1976, A selection criterion of main importance for the cocoa tree in Cameroon: The resistance to black pod disease (*Phytophthora palmivora*) *Café-Cacao-Thé* (Paris) vol. 20(2): 97-116.
- Brasier CM, Griffin M.J. and Maddison A.C. 1981. The cacao black pod *Phytophthora*; in epidemiology of *Phytophthora* on cacao in



- Nigeria. Edited by Gregory, P.H. and Maddison A.C. pp 18-30
- Brasier, C.M. and Hansen E.M., 1992, Evolutionary Biology of *Phytophthora*, Part.II: Phylogeny, speciation, and population structure. Annu. Rev. phytopathol. 30:173-200.
- Brasier, C.M. and Griffin, M.J., 1979, Taxonomy of *Phytophthora palmivora* on cocoa. Transactions of the British Mycological Society 72(1): 111-143.
- Carisse O. and Kushila A.C., 1989, Effect of media, PH and Temperature on spore production and of inoculum concentration on number of lesion produced by *Cercospora carotae*. Phytopatology 70: 119-124.
- De bary. H.A., 1876. Researches into the nature of the potato fungus *Phytophthora infectans*. J.E. Agric. Soc. Engl. Sc. 2-12: 239-269.
- Duniway J.M., 1979, Water relation of water molds. Annu. Rev. Phytopathol. 17 : 431-460.
- Fossouo K. A. L., 2006. Développement spatio-temporel de la pourriture brune des fruits Du cacaoyer : Cas de deux parcelles paysannes Des provinces du centre et du sud Cameroun. Mémoire pour l'obtention du Master en Statistique Appliquée. Université de Yaoundé 1, École Nationale Supérieure Polytechnique, Département de mathématiques et de sciences physiques. p 93.
- Icco, 1996, International Cocoa Organisation : production de fèves de cacao en Côte d'Ivoire. Rapport sur les marchés des produits. édit. FAO no 199697 : 35-36.
- Kebe B., N'guessan F.K., Keli J.Z., and Bekon A. K., 2001., Cocoa IPM research and implementation in Côte d'Ivoire. In proceedings of the west African Regional Cocoa IPM Workshop. Benin November 2001. 46 – 51
- Kouadjo J.M., Keho Y., Mosso R.A., Toutou K.G., Nkamleu et Gockowski J., 2002, Production et offre du cacao et du café en Côte d'Ivoire. Rapport d'enquête. International Institute of Tropical Agriculture, Yaoundé Cameroun. 100p.
- Kone.Y.R-1999, Étude de la structure actuelle des populations de phytophthora spp. Agent de la pourriture brune des cabosses du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. Mémoire de Diplôme d'Agronomie Approfondie option défense des cultures ESA Yamoussoukro 111p.
- Kranz J., 1974, The role scope of Mathematical Analysis and modelling in epidemiology. In Epidemic of plant diseases Edited by J. Kranz, Chapman and Hall, limited London springer-verlag Berlin Heidelberg New-York 1974: 8-54.
- Merill W., 1980, Theory and concepts of plant pathology. Pennsylvania State University, 180 pp.
- N'guessan, K. F. and Coulibaly, N. (2000). - Dynamique des populations de mirides et de quelques autres déprédateurs du cacaoyer dans la région Ouest de la Côte d'Ivoire. Actes de la treizième conférence internationale sur la recherche cacaoyère. Kota Kinabulu, Sabah, Malaysia : 425 - 429.
- Nyasse S., 1992, Structure d'une population de *Phytophthora sp.* des cacaoyères Camerounaises atteintes de pourriture brune. Mémoire (DRU), ENSAT, INPT : 48 p.
- Opoku I.Y., 1997, *Phytophthora megakarya* in Ghana. In coped newsletter n°1: 4-5.
- Shafer S.R., R.I. and Heagle A.S., 1985, Influence of simulate acidic rain on *Phytophthora cinnamomi* and *Phytophthora* root rot of blue lupine. Phytopathology 75: 996-1002
- Simmonds N.W., 1988, Principes d'amélioration génétique des végétaux. Traduit de l'anglais par ST. Pierre C.A. les presses de l'Université Laval Québec, 406 P.
- Sodexam, 2009, Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique. Relevé météorologique pour la Côte d' Ivoire. Document SODEXAM 35 P.



- Sonii D., 2005. A la découverte de la production durable du cacao : guide de formation participative des planteurs. La lutte intégrée. Sustainable Tree Crops Program, International Institute of Tropical Agriculture. Yaoundé, Cameroun. Version Mars 2005.
- Van der plank J.E., 1968, Disease resistance in plants. Academic Press (New York, London). Traduction française par H. Barat (1974) Agence de Coopération Culturelle et technique (Paris) 223 pp.
- Van der vossen H.A.M., 1999, Strategies of variety improvement in cocoa with emphasis on durable resistance. Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to cocoa Variety Improvement, 24th-26th November, 1996, Salvador, BAHIA, INGENIC: 23-31.
- Zadoks J.C. and Schein R.D.1979, Epidemiology and plant disease management. Oxford University Press N.Y.480pp.
- Zentmyer G.A., 1988, Taxonomic relationships and distribution of species of *Phytophthora* causing black pod of cocoa. X intern, cocoa research conf. Santo Domingo, Dominican Republic: 391-395.
- Waterhouse, G.M., 1956. The genus *Phytophthora* Diagnoses (or descriptions) and figure from of the original papers. Misc. publ. 12. Commonwealth. Mycol. Inst. Key. Survey. England 120 pp.