

Impact de *Phoma sabdariffae* Sacc. sur quelques paramètres de la fructification des cultivars de roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon

[*Phoma sabdariffae*'s impact on roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) fructification parameters in Gabon]

Alexis Nicaise LEPENGUE¹, Jean Fabrice YALA¹, Judicaël LEBAMBA¹, Isaac MOUARAGADJA¹, Daouda KONE², and Bertrand M'BATCHI¹

¹Laboratoire de phytopathologie, Unité de recherche Agrobiologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP 067 Franceville, Gabon

²Laboratoire de Physiologie végétale, UFR Biosciences, Université FHB de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2013 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Phoma sabdariffae* Sacc. (Sphaerioidaceae) is the main pathogenic fungus agent of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*), in Gabon. It does induce wet rot on every part of the infected plant's organs. This work was initiated to evaluate in greenhouse the impact of this pathogenic fungus agent on 13 roselle cultivars through the study of some morphological and biochemical parameters of the fruits. Morphological parameters evaluated have been fruit's number, weight and contamination rate. Concerning biochemical study, parameters measured have been roselle fruit's acidity, proteins and phenolics compounds levels. The results revealed that excepted 3 cultivars VV1, RV1 and RR1, *Phoma sabdariffae* caused significant decrease in the fruits number and weight of most of the roselle's cultivars. The decrease rates have been higher than 60% and 20% respectively. The improvement in acidity, protein and phenolics compounds levels were not significant, in contrary to those of the 3 cultivars above mentioned. In these 3 roselle's cultivars, biochemical parameters (pH, oxalic acid, ascorbic acid, proteins and phenolics compounds) levels have been superior to 20%. This work showed the disastrous impact of this fungus on the roselle's fructification and revealed that, some of the cultivars of roselle bright develop resistance mechanisms against *Phoma sabdariffae*.

KEYWORDS: *Phoma sabdariffae*, roselle, fruits, disease, morphology, biochemistry.

RESUME: *Phoma sabdariffae* Sacc. (Sphaerioidaceae) est le principal agent pathogène de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*), au Gabon. Son action se traduit par une induction de pourriture humide sur tous les organes de la plante infectée. Le présent travail a été initié pour évaluer en serre l'impact de ce champignon sur la fructification de 13 cultivars de cette plante, à travers l'étude de quelques paramètres morphologiques et biochimiques des fruits produits. Les éléments morphométriques étudiés étaient : le nombre, la masse et la contamination des fruits. Au niveau biochimique, les paramètres évalués étaient l'acidité des fruits et leur teneur en protéines extractibles et en composés phénoliques. Les résultats obtenus ont révélé qu'à l'exception de 3 cultivars VV1, RV1 et RR1, *Phoma sabdariffae* provoquait des réductions significatives du nombre et des masses des fruits produits par l'ensemble des cultivars de roselle. Les taux de ces baisses ont été supérieures respectivement à 60% et à 20%. Les hausses d'acidité et des composés protéiques et phénoliques n'ont pas été significatives, sauf pour les 3 cultivars précités. Dans ces dernières plantes, les augmentations de teneur de ces éléments ont dans l'ensemble dépassé le seuil de 20%. Ces résultats traduisent l'impact néfaste de ce champignon sur la fructification, et l'existence de quelques mécanismes de résistance naturelle chez certains cultivars.

MOTS-CLEFS: *Phoma sabdariffae*, roselle, fruits, maladie, morphologie, biochimie.

1 INTRODUCTION

Phoma sabdariffae Sacc. est un champignon Deutéromycète de la famille des Sphaerioidaceae (ou Phomaceae). Il est principalement connu au Gabon pour son agressivité vis-à-vis de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*, Malvaceae), une plante maraîchère sur laquelle il occasionne de sévères lésions nécrotiques [1]. La maladie engendrée par cet agent est une pourriture humide qui affecte aussi bien les feuilles que les tiges, les fleurs et les fruits, et conduit à des pertes de production et de valeur marchande de la plante infectée. Si la pathogénicité de ce champignon est aujourd'hui incontestée, les travaux de quantification des dégâts liés à son agressivité font encore défaut. C'est pour cette raison que notre laboratoire a initié une série de travaux en vue d'évaluer l'impact de cet agent sur la croissance et le développement des cultivars contaminés de roselle. Les premiers résultats ont permis de conclure que *Phoma sabdariffae* induisait de fortes réductions des croissances longitudinales et radiales, pouvant dépasser des valeurs de 30%, chez certains cultivars [2]. Dans le présent travail nous nous proposons d'étudier l'effet perturbant de ce champignon sur le développement des mêmes cultivars de roselle, à travers l'évaluation de quelques paramètres morphologiques (nombre, masse et contamination) et biochimiques (acidité, teneurs protéiques et phénoliques) des fruits produits.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

Le matériel utilisé comprenait un champignon pathogène, *Phoma sabdariffae* Sacc., un *fungi imperfecti* de la famille des Sphaerioidaceae, et 13 cultivars de roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*, Malvaceae), différents les uns des autres par la forme, la taille et la couleur des tiges et des feuilles. Ces différences morphologiques nous ont alors permis de les codifier de la manière suivante : VV1, VV2, VV3, VV4, VV5, VR, RV1, RV2, RV3, RV4, RV5, RR1 et RR2 [3].

2.2 METHODES

2.2.1 CULTURE ET INOCULATION DES PLANTES

Des semences de roselle provenant des greniers de l'Université de Sciences et Techniques de Masuku (USTM) ont été stérilisées par trempage pendant 5 min. dans 1 dm³ d'une solution de H₂PO₄, et mises à germer dans des sacs plastiques contenant 30 kg de terre fertile de texture argilo limoneuse. Dix sacs de culture ont ainsi été constitués par cultivar ; ce qui a correspondu à un échantillonnage global de 130 sacs pour l'ensemble des 13 cultivars étudiés. Les cultures ont ensuite été placées dans une serre en polyéthylène étanche et transparent de dimensions 15 x 10 x 2,5 m³, et arrosées quotidiennement (chacune) avec 1 dm³ d'eau distillée stérile. Les inoculations ont été effectuées après 7 j. de culture, par pulvérisation (Atomiseur type Desaga Sprayplast) d'une suspension sporale de *Phoma sabdariffae* concentrée à 10⁶ spores/ml [1]. Une seconde serre identique à la première, mais hébergeant des plantes non inoculées a été construite pour servir de témoin. Les conditions atmosphériques en vigueur dans cette zone sont de type équatorial, avec des températures moyennes de 26,8 °C, des humidités relatives de 93% et des photopériodes de 12h/12h. Tous les paramètres morphologiques et biochimiques ont été évalués uniquement sur des fruits sélectionnés, âgés de 2 semaines au 120^e jour.

2.2.2 MESURE DES PARAMÈTRES MORPHOLOGIQUES

2.2.2.1 BAISSÉ DE FRUCTIFICATION

La baisse de fructification (BF) de chaque cultivar a été calculée au 120^e jour de culture par la formule suivante :

$$BF = \frac{F_T - F_E}{F_T} \times 100 \quad (1)$$

Où F_t est le nombre total de fruits de chaque cultivar dans la serre témoin (plantes non inoculées), et F_e le nombre total de fruits de chaque cultivar dans la serre essai (plantes inoculées)

2.2.2.2 PERTE DE MASSE DES FRUITS

L'étude de la perte de masse a été réalisée sur des fruits âgés de 2 semaines, au 120^e jour, à raison de 50 fruits par cultivar. Les échantillons ont été récoltés à l'aide d'un sécateur manuel (Gardena BP 10 Premuim, UK), et pesés sur une

balance de précision (Ohaus Analytic 60, USA). Les réductions de masse ont été calculées par rapport aux fruits témoins selon le modèle d'équation présenté à la formule (1).

2.2.2.3 TAUX DE CONTAMINATION DES FRUITS

Pour évaluer le taux de contamination (TC) des fruits (âgés de 2 semaines, au 120^e jour) de chaque cultivar, une échelle de cotation (variant entre 0 et 5) de la sévérité de la maladie a été utilisée. Le taux de contamination a été déterminé à l'aide de la formule suivante [2].

$$TC = \frac{\sum(Xi-1)ni}{[E(Xi)-1] N} \times 100 \quad \text{Avec ;} \quad (2)$$

Xi : Note de la maladie par fruit

ni : Effectif de la catégorie Xi

N : Nombre total de fruits observés

E(Xi) : Etendue de l'échelle.

2.2.3 ETUDE DES PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES

2.2.3.1 MESURE DE LA VARIATION DE L'ACIDITE

- Extraction des acides organiques

Pour extraire les acides organiques de la roselle, 100 g des calices de fruits (âgés de 2 semaines, au 120^e jour) de chaque cultivar, préalablement rincés avec 1 L d'eau distillée stérile, ont été broyés à l'aide d'un mixer (Waring Blendor 1L, Italy) pendant 5 min. à 20 000 rpm. Le broyat a ensuite successivement été filtré sur papier Wathman n°2, et sur filtre millipore de 0,2 mm de diamètre [4]. Pour chaque cultivar, 2 extraits (essai et témoin) ont été préparés.

- Mesure du pH des extraits

Les pH des extraits de roselle (essais et témoins) ont été mesurés, à l'aide d'un appareil pH-mètre (Cyberscan Eutech Instruments, Singapour). Pour chaque extrait, 25 ml de chaque solution ont été utilisés, et les taux de variation calculés selon le modèle de l'équation (1).

- Dosage de l'acide ascorbique

L'acide ascorbique a été dosé par les techniques iodométriques [5]. Pour cela, 25 ml de chaque filtrat (essai et témoin), préalablement mélangé à 1 mg d'empois d'amidon et stabilisé avec 5 gouttes d'acide phosphorique 98%, ont été titrés par une solution de diiode 0,5 M, jusqu'à l'apparition d'une coloration bleu-noire. Les teneurs en acide ascorbique des filtrats (essai et témoin) ont été déterminées par stoechiométrie, et leurs variations calculées par analogie à l'équation (1).

- Dosage de l'acide oxalique

L'acide oxalique des calices de roselle a été dosé par manganimétrie [6]. 25 ml des filtrats ont pour cela été titrés par une solution acidifiée de KMnO₄, de concentration 0,1 M, jusqu'à la décoloration. Les teneurs en acide oxalique de chaque extrait (essai et témoin) ont été déterminées par stoechiométrie, et leurs variations calculées sur le modèle de l'équation (1).

2.2.3.2 VARIATION DES TENEURS PROTÉIQUES EXTRACTIBLES

Pour mesurer la variation des teneurs protéiques en réponse à l'infection parasitaire, 5 g de calices fraîches (âgés de 2 semaines, au 120^e jour) de chaque cultivar ont été broyés dans 10 ml de tampon phosphate 0,1M, pH 6,5 en présence de 0,5 g de PVP, et centrifugés pendant 15 min. à 15 000 rpm. Le surnageant a été récupéré dans un bécher, précipité avec 5 ml de sulfate d'ammonium 80%, et à nouveau centrifugé comme précédemment. Le culot protéique obtenu a été repris dans 5 ml de tampon d'extraction, homogénéisé et dosé par réaction au bleu de Coomassie [7]. Les taux de variation protéique (en %) des fruits ont été calculés par rapport aux teneurs (exprimées en mg de protéines/g de matière fraîche) des plantes témoins, sur le modèle de l'équation (1).

2.2.3.3 MESURE DE LA VARIATION DES TENEURS EN COMPOSES PHENOLIQUES

La teneur en composés phénoliques des fruits (âgés de 2 semaines, au 120^e jour) de roselle a été déterminée à partir de 5 g de calices prélevés sur chaque cultivar. Le matériel végétal a été broyé au mortier, incubé pendant 24 h à 4 °C et centrifugé pendant 15 min. à 15 000 rpm. Les extraits phénoliques ont été dosés selon les techniques de Folin et Ciocalteu [8], et les variations de teneur déterminées par analogie à l'équation (1).

2.2.4 RÉPÉTITIONS ET ANALYSES STATISTIQUES

Toutes les expériences décrites dans ce travail ont été répétées 3 fois, et les données récoltées soumises à une analyse de variance au logiciel Statistica 6.0. Les différentes moyennes ont été discriminées par les tests de comparaisons multiples de Newnan-Keuls, au seuil de 5%.

3 RÉSULTATS

3.1 EFFETS DE *PHOMA SABDARIFFAE* SUR LA FRUCTIFICATION DES CULTIVARS DE ROSELLE

Les résultats de l'action de *Phoma sabdariffae* sur la fructification de différents cultivars de roselle ont été résumés à la figure 1. Leur analyse a révélé que ce champignon provoquait des baisses généralisées des quantités de fruits produits par tous les cultivars. Ces réductions ont relativement été faibles chez les cultivars VV1 (20%), RV1 (17%) et RR1 (19%), mais significativement élevées chez les 10 autres cultivars (Tableau I). Les impacts les plus sévères ont été notés chez les cultivars VV2 (61%), RV2 (60%) et RR2 (60%). L'analyse comparative de ces baisses a montré que les valeurs des cultivars VV1, RV1 et RR1, n'étaient pas statistiquement différentes entre elles, mais se sont avérées toutes significativement inférieures à celles des autres plantes (Tableau II).

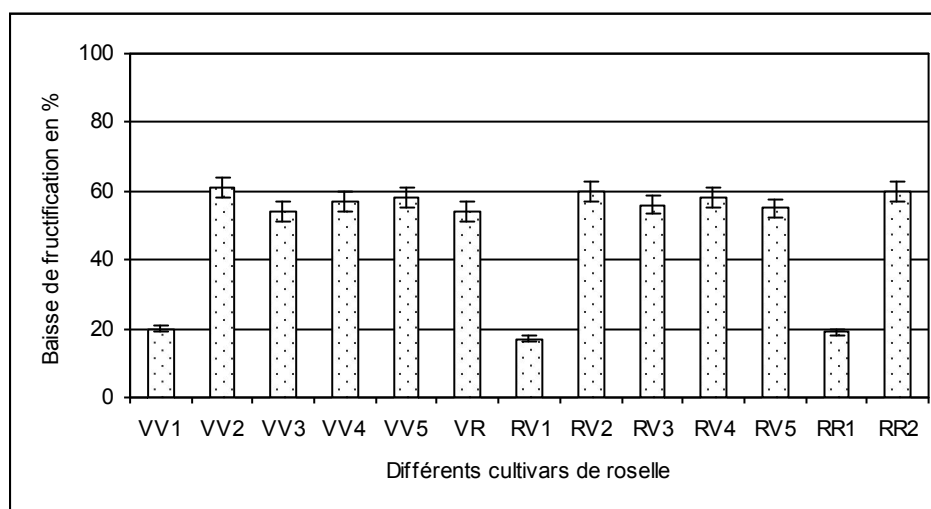


Fig. 1. Baisse de la quantité de fruits produits en serre par différents cultivars de roselle, après 4 mois d'infection à *Phoma sabdariffae*

Tableau 1. Impact de *Phoma sabdariffae* sur la production des fruits de différents cultivars de roselle en serre.

Cultivars	Nombre de fruits essai	Nombre de fruits témoin	Variation (%)
VV1	240 ± 2,5 a	300 ± 2,3 a	20
VV2	125 ± 3,4a	320 ± 3,1b	61
VV3	151 ± 3,1a	330 ± 3,2b	54
VV4	135 ± 2,4a	314 ± 2,6b	57
VV5	136 ± 1,8a	324 ± 1,3b	58
VR	141 ± 1,6a	306 ± 2,0b	54
RV1	287 ± 2,5a	346 ± 2,1a	17
RV2	125 ± 3,2a	312 ± 3,0b	60
RV3	140 ± 3,0a	318 ± 2,6b	56
RV4	128 ± 2,4a	304 ± 2,2b	58
RV5	142 ± 3,2a	316 ± 3,1b	55
RR1	270 ± 2,3a	334 ± 2,5a	19
RR2	129 ± 2,1a	322 ± 2,6b	60

Pour chaque cultivar, les moyennes du nombre de fruits suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre l'essai et le témoin, au seuil de 5%.

Tableau 2. Comparaison des baisses de productions des fruits de différents cultivars de roselle infectés par *Phoma sabdariffae* en serre

STAT. ELEMENT.	Test Newman-Keuls; Variable: VAR2 (base stat.sta) Différences significatives marquées à p < ,05000												
VAR1	{1} M=20,000	{2} M=61,000	{3} M=54,000	{4} M=57,000	{5} M=58,000	{6} M=54,000	{7} M=17,000	{8} M=60,000	{9} M=56,000	{10} M=58,000	{11} M=55,000	{12} M=19,000	{13} M=60,000
VV1 {1}		,000188*	,000146*	,000133*	,000143*	,000129*	,172132	,000162*	,000134*	,000140*	,000169*	,541863	,000149*
VV2 {2}	,000188*		,006400*	,169022	,271679	,005317*	,000149*	,541863	,062045	,365545	,019158*	,000142*	,811534
VV3 {3}	,000146*	,006400*		,365545	,210017	1,000000	,000169*	,023395*	,609957	,169022	,811534	,000129*	,019158*
VV4 {4}	,000133*	,169022	,365545		,811534	,811534	,000143*	,365545	,541863	,541863	,442960	,000140*	,271679
VV5 {5}	,000143*	,271679	,210017	,811534		,169022	,000162*	,442960	,609957	1,000000	,365545	,000149*	,227376
VR {6}	,000129*	,005317*	1,000000	,271679	,169022		,000134*	,019158*	,442960	,128045	,541863	,000169*	,015170*
RV1 {7}	,172132	,000149*	,000169*	,000143*	,000162*	,000134*		,000142*	,000140*	,000149*	,000133*	,227376	,000188*
RV2 {8}	,000162*	,541863	,023395*	,365545	,442960	,019158*	,000142*		,169022	,609957	,062045	,000188*	1,000000
RV3 {9}	,000134*	,062045	,609957	,541863	,609957	,442960	,000140*	,169022		,442960	,541863	,000133*	,128045
RV4 {10}	,000140*	,365545	,169022	,541863	1,000000	,128045	,000149*	,609957	,442960		,271679	,000143*	,442960
RV5 {11}	,000169*	,019158*	,811534	,442960	,365545	,541863	,000133*	,062045	,541863	,271679		,000134*	,048014*
RR1 {12}	,541863	,000142*	,000129*	,000140*	,000149*	,000169*	,227376	,000188*	,000133*	,000143*	,000134*		,000162*
RR2 {13}	,000149*	,811534	,019158*	,271679	,227376	,015170*	,000188*	1,000000	,128045	,442960	,048014*	,000162*	

3.2 EFFETS DE PHOMA SABDARIFFAE SUR LA MASSE DES FRUITS DES CULTIVARS DE ROSELLE

L'étude de l'action de *Phoma sabdariffae* sur la masse des fruits des cultivars de roselle a donné les résultats présentés à la figure 2. De leur analyse, il est ressorti que cet agent pathogène induisait des pertes significatives de masse des fruits de roselle étudiées, à l'exception des cultivars VV1 (10%), RV1 (12%) et RR1 (11%). Les plantes les plus affectées ont été VV2 (31%), RV2 (32%) et RR2 (32%). L'analyse comparative de ces perturbations a montré que les baisses de masse des cultivars VV1, RV1 et RR1 (statistiquement non différentes entre elles), étaient significativement inférieures à celles des 10 autres cultivars étudiés.

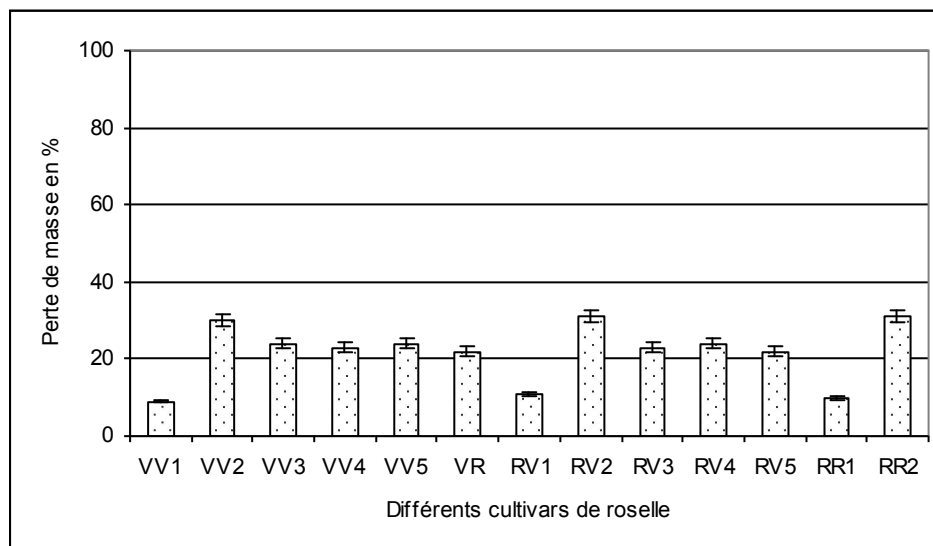


Fig. 2. Perte de masse des fruits produits en serre par différents cultivars de roselle, après 4 mois d'infection à *Phoma sabdariffae*

3.3 CONTAMINATION DES FRUITS DE ROSELLE

Les résultats de l'étude du pouvoir infectieux de *Phoma sabdariffae* sur les fruits de roselle ont été résumés à la figure 3. Leur examen a montré que ce champignon infectait significativement les fruits de tous les cultivars étudiés, à l'exception de VV1 (18%), RV1 (21%) et RR1 (19%). Les échantillons les plus contaminés étaient majoritairement constitués des fruits issus des cultivars VV2 (81%), RV2 (86%) et RR2 (79%). La comparaison de ces divers taux de contamination fongique a montré que les affections des cultivars VV1, RV1 et RR1 (non différentes entre elles) étaient significativement inférieures à celles des 10 autres cultivars.

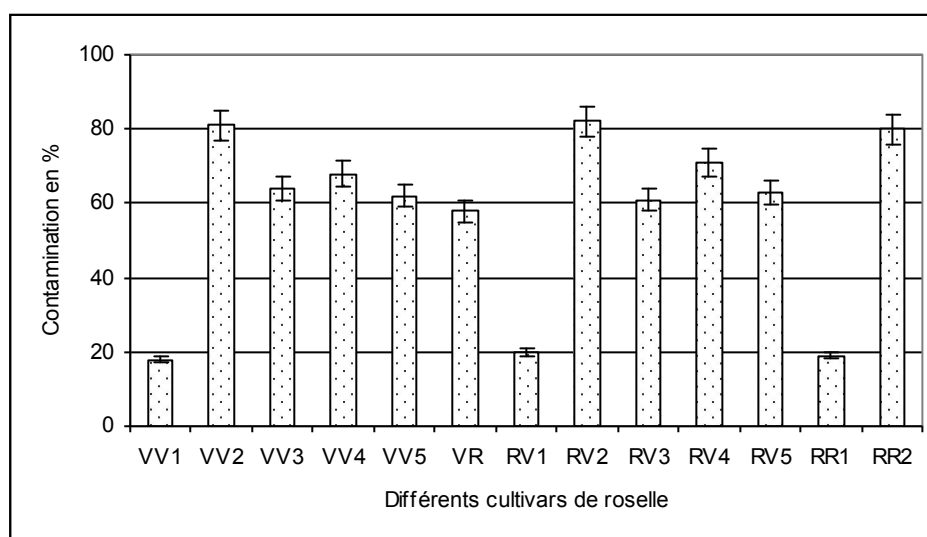


Fig. 3. Taux de contamination des fruits produits en serre par différents cultivars de roselle, après 4 mois d'infection à *Phoma sabdariffae*

3.4 EFFET DE PHOMA SABDARIFFAE SUR L'ACIDITE DES FRUITS DE ROSELLE

Les résultats de ce travail ont montré que les différents cultivars de roselle infectés par *Phoma sabdariffae* présentaient une plus grande acidité que les plantes témoins (figure 4). Les taux de pH et des acides ascorbique et oxalique ont alors été

plus élevés chez ces plantes que chez les témoins. Ces augmentations ont toutefois été faibles chez l'ensemble des cultivars, avec des pH inférieurs à 16%, et ne se sont révélées significatives que chez les formes VV1 (34%), RV1 (33%) et RR1 (32%). Les acides ascorbique et oxalique ont présenté les mêmes tendances évolutives. La comparaison de ces élévations, pour les 3 indicateurs d'acidité sus-évoqués, a montré que dans chaque cas, leurs valeurs chez les 3 cultivars précités n'étaient pas statistiquement différentes entre elles, mais se sont révélées significativement supérieures à celles de toutes les autres plantes.

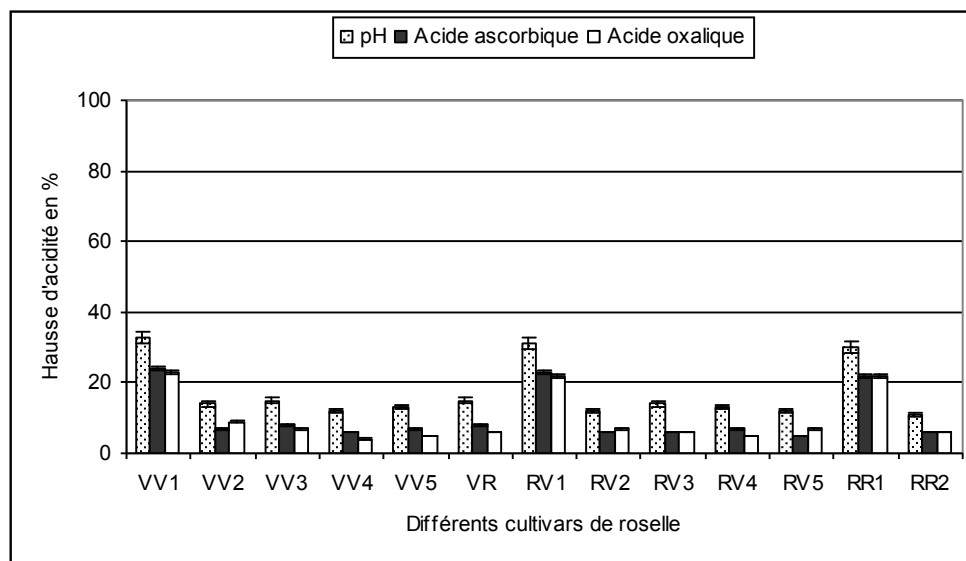


Fig. 4. Elévation du taux d'acidité des fruits produits en serre par différents cultivars de roselle, après 4 mois d'infection à *Phoma sabdariffae*

3.5 EFFET DE *PHOMA SABDARIFFAE* SUR LA TENEUR DES PROTEINES DES FRUITS DE ROSELLE

Les résultats de l'effet pathogène de *Phoma sabdariffae* sur les teneurs protéiques des fruits de différents cultivars de roselle ont été rapportés à la figure 5. Ils indiquent, de façon générale, que l'infection parasitaire de ce champignon induit une augmentation variable de teneurs protéiques des plantes de roselle. Les hausses les plus significatives ont été observées chez les cultivars VV1 (38%), RV1 (42%) et RR1 (40%). L'étude statistique a montré que ces 3 plantes constituaient un groupe distinct aux valeurs protéiques élevées, et significativement supérieures à celles des autres cultivars.

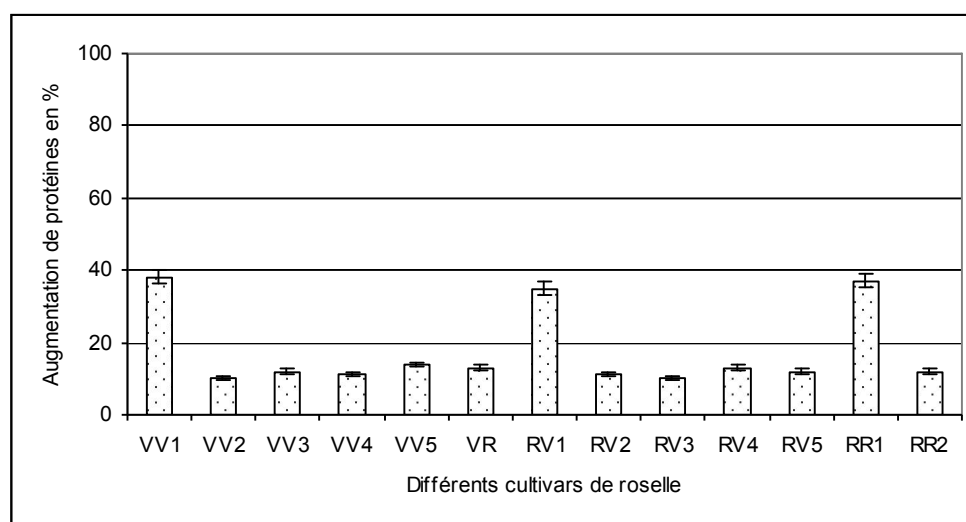


Fig. 5. Elévation du taux de composés protéiques des fruits produits en serre par différents cultivars de roselle, après 4 mois d'infection à *Phoma sabdariffae*

3.6 EFFET DE *PHOMA SABDARIFFAE* SUR LES COMPOSES PHENOLIQUES DES FRUITS DE ROSELLE

La synthèse des résultats de l'effet de *Phoma sabdariffae* sur les composés phénoliques a été présentée à la figure 6. Elle permet de noter que l'infection engendrée par ce pathogène provoque une augmentation de la teneur des composés phénoliques dans tous les fruits des cultivars étudiés. Les élévations les plus significatives ont été observées chez les cultivars VV1 (38%) RV1 (40%) et RR1 (37%). L'étude comparative a montré que les élévations de composés phénoliques de ces 3 cultivars étaient significativement supérieures à celles des 10 autres plantes étudiées.

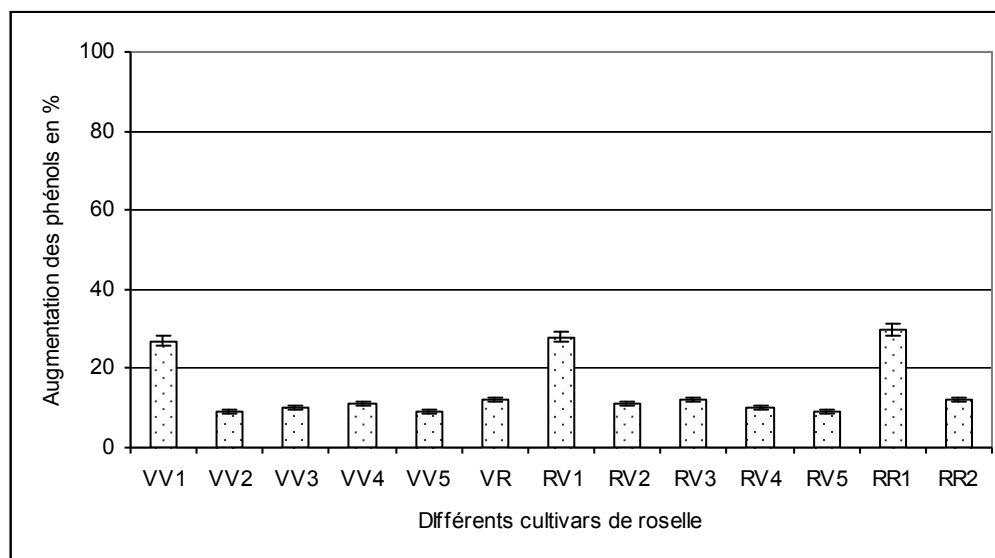


Fig. 6. Hausse du taux de composés phénoliques des fruits produits en serre par différents cultivars de roselle, après 4 mois d'infection à *Phoma sabdariffae*

4 DISCUSSION

Les résultats de ce travail ont révélé les baisses significatives du nombre et de la masse de fruits des plantes de roselle infectées, à l'exception des cultivars VV1, RV1 et RR1. Ces réductions sont vraisemblablement liées à la pression parasitaire exercée par *Phoma sabdariffae*, qui perturbe les mécanismes physiologiques de croissance et de développement des plantes de roselle [2]. L'action de ce champignon provoquerait une baisse de la floraison, l'abscission des fleurs et des fruits, et plusieurs autres phénomènes de stress conduisant à la baisse du nombre et de la masse des fruits produits. Chez les cultivars VV1, RV1 et RR1, cet impact serait limité, par la mise en place des mécanismes internes de résistance, comme l'ont suggéré [4]. Des effets similaires ont déjà été rapportés chez quelques espèces de soja résistantes à *Phytophthora megasperma* par Lepoivre et Semal [9].

Les résultats de cette étude ont également révélé une forte contamination des fruits de tous les cultivars de roselle étudiés, à l'exception de VV1, RV1 et RR1. De tels résultats, qui sont l'expression d'une forte pathogénicité, pourraient être liés à la forte dynamique de croissance et de propagation de ce champignon révélée par Mouaragadja et M'batchi [10]. Ces auteurs ont, en effet, montré que *Phoma sabdariffae* était non seulement capable de défolier une plante de roselle en l'espace d'une semaine, mais aussi de coloniser la totalité de ses organes aériens : tiges, feuilles, fleurs, fruits et graines. Les fortes contaminations des fruits de certains cultivars observées dans cette étude sont donc en accord avec l'agressivité et la polyvalence d'actions de ce champignon.

Les analyses biochimiques ont révélé une augmentation générale de l'acidité des plantes en réponse à l'agression parasitaire. Ces hausses étaient particulièrement remarquables chez les cultivars VV1, RV1 et RR1. De tels résultats pourraient être l'expression d'une réaction de défense des plantes agressées, comme l'ont suggéré Geiger *et al* [11] chez certaines plantes d'hévéa. En effet, les végétaux, de façon générale, contiennent dans leur système vacuolaire, de nombreuses molécules d'acides organiques, qui sont rapidement mobilisés en cas de stress [12]. Cette action augmente la pression osmotique du cytoplasme et renforce la plasticité pariétale permettant de rehausser la capacité de résistance à l'agression extérieure. Les principaux acides déployés sont généralement le citrate, le succinate, le fumarate et l'oxalate [12]. Les augmentations des acides ascorbiques et oxaliques observées dans notre étude consolident donc cette thèse, et

constitueraient des stratégies de défense contribuant à l'augmentation de la résistance des plantes. Toutes ces molécules seraient plus rapidement mobilisées chez les cultivars VV1, RV1 et RR1, expliquant leurs fortes acidités, par rapport aux autres cultivars de roselle.

Les résultats de cette étude ont aussi révélé une augmentation différentielle des composés protéiques et phénoliques entre les différents cultivars de roselle. Ces hausses suggèrent une mise en place des mécanismes de défense par les plantes agressées, comme l'ont proposé Vernenghi *et al.* [13] sur les Citrus. En effet, de nombreux végétaux excrètent, en réponse à un stress biotique ou abiotique, des substances de défenses, comprenant plusieurs composés protéiques et phénoliques [14]. Les composés protéiques généralement rencontrés dans ce contexte sont les protéines PR (pathogenesis-related) et les enzymes (chitinases, catalases, peroxydases polyphénoloxydases ...) [14]. Les composés phénoliques excrétés sont également de différentes sortes : plumbagone chez *Plumbago europea* ; juglone chez le noyer ; shikonine chez *Lithospermum erythrorhizon* etc. [11].

Les différents teneurs de ces composés biochimiques entre les cultivars VV1, RV1 et RR1 et les autres plantes pourraient être liées à la variation de leurs vitesses d'accumulation, comme l'ont proposé Akhtar *et al.*, [15], sur quelques espèces de citrus infectées par *Phytophthora* sp. Des résultats similaires ont également été rapportés par Darvill et Albersheim [16] chez la fève infectée par *Botrytis cinerea* (interaction compatible) et *Botrytis fabae* (interaction incompatible).

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude, il ressort que *Phoma sabdariffae* affecte le développement des cultivars de roselle, par perturbation de quelques mécanismes physiologiques de la fructification. Ce qui engendre la réduction des paramètres morphologiques (nombre et masse), et l'augmentation des variables biochimiques (acidité, protéines et composés phénoliques) des fruits produits. Trois cultivars VV1, RV1 et RR1, présentent de fortes résistances aux perturbations provoquées par ce champignon. De tels résultats laissent entrevoir des possibilités d'amélioration variétale des autres cultivars, par transferts des gènes de résistance des plantes immunes vers les plantes sensibles.

REFERENCES

- [1] Lépengué, A.N. and M'batchi, B., "Étude de l'activité respiratoire de différents cultivars de roselle traités au filtrat de culture de *Phoma sabdariffae* Sacc.," *Annales de l'Université Marien N'gouabi*, 8 (4) : 79-85, 2007.
- [2] Lépengué, A.N., M'batchi, B. and Aké, S., "Impact de *Phoma sabdariffae* Sacc. sur la croissance et la valeur marchande de la roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon," *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 10 : 207-216, 2007.
- [3] Lépengué, A.N., *Contribution à la protection de la roselle, Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa* (Malvaceae), contre la pourriture engendrée par *Phoma sabdariffae* Sacc. et *Trichosphaeria* sp., au Gabon : Etude des mécanismes d'action fongique, Thèse de doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan, Spécialité phytopathologie, Abidjan, 294 p, 2008.
- [4] Lépengué, A.N., M'batchi, B. and Aké, S., "Production, caractérisation et utilisation des composés toxiques de *Phoma sabdariffae* Sacc. dans la sélection des cultivars résistants de roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon," *Agronomie Africaine*, 20 (1) : 59-67, 2008.
- [5] Bogdanski, K.A., "Diverses méthodes de dosage de la vitamine C," *Plant Food for Human Nutrition*, 3 (1) : 227-236, 1958.
- [6] Mohr, K.W., "Determination of oxalic acid in plants," *Qd. J. Agri. Sci.*, 10:1-10, 1953.
- [7] Bradford, M.M., "A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding," *Analytical Biochemistry*, 72 : 248-254, 1976.
- [8] Folin, O. and Ciocalteu, V., "On tyrosine and tryptophane determination in proteins," *J. Biol. Chem.*, 73 : 627-650, 1927.
- [9] Lepoivre, P. and Semal, J., *Les relations hôte-parasite. Traité de pathologie végétale. Les presses agronomiques de Gembloux*, pp. 273-275, 1993.
- [10] Mouaragadja, I. and M'batchi, B., "Étude et identification de la pourriture de l'oseille de Guinée au Gabon," *Fruits*, 53 (1) : 57-68, 1998.
- [11] Geiger, J.P., Nicole, M., Toppan, A., Roby, D. and Benhamon, N., "Lignification: a defense reaction of trees to root fungi," *Mechanism in Plant Defense Responses*, 2: 355, 1993.
- [12] Guignard, J. L., *Biochimie végétale*. Éditions Masson, Paris, 255 p, 1996.
- [13] Vernenghi, A., Ramiandrosoa, F., Chuilon, S. and Ravise, A., "Phytoalexines des Citrus : propriétés inhibitrices et modulation de synthèse," *Fruits*, 42 (2) : 121-129, 1987.
- [14] Heller, R., Esnault, R. and Lance, C., *Physiologie végétale. Développement*. 6^e édition de l'Abrégé, Éditions Dunod, Paris, 294 p, 2002.

- [15] Akhtar, J., Khan, O., Kunesch, G., Chuilon, S. and Ravise A, "Structure and biological activity of xanthyletin, a new phytoalexin of Citrus," *Fruits*, 40 (12): 807-811, 1985.
- [16] Darvill, A.G. and Albersheim, P., "Phytoalexins and their elicitors-a defense against microbial infection in plants," *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35 : 243-275, 1984.