



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة البحث العلمي والتعليم العالي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued

كلية علوم طبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم الفلاحة

Département d'Agronomie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme du Master académique

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Végétale

THEME

Mycoflore de la tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) dans la région d'Oued Souf

Présenté Par :

Mr. GRIRA Adel

Mr. CHERAIT Laid

Mr. AYACHI AMOR Ilyas

Mr. HACHIFA Abd ElGhani

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. ALIA Zaid	M.C.A	Univ. El Oued
Examinatrice :	Mme. ZOUIOUECHE Fatima Zahra	M.C.B	Univ. El Oued
Promotrice :	M ^{elle} . BENLAMOUDI Wiam	DOC.	INRAA, Touggourt
Co-Promotrice :	M ^{elle} . GUEHEF Zahra Hadda	M.A.A	Univ. El Oued

Année universitaire : 2021/ 2022

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail :

A nos très chers parents : sources de tendresse et de force ;

Nous vous remercions d'être toujours à nos côtés, de nous soutenir, de nous aimer et de nous protéger

A tous nos amis (es).

Remerciements

Nous remercions tout d'abord : **ALLAH** qui nous a donné le courage et la patience pour terminer ce modeste travail.

*Nous tenons à exprimer en premier, notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à Mr. **ALIA Zaid** pour l'honneur qu'il nous fait à présider le jury de ce mémoire.*

*Nos remerciements vont également à Mme. **ZOUIOUCHE Fatima Zahra** pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier certainement nos promotrices **M^{elle}. GUEHEF Zahra Hadda** et **M^{elle}. BENLAMOUDI Wiam** pour nous avoir fait confiance, Pour leur disponibilité et patience, encouragements et conseils. Merci pour avoir nous orienter avec justesse tout au long de notre cheminement, particulièrement, avec leur son sens de pédagogie et humanisme.*

Liste des abréviations

spp :	Espèces
sp :	Espèce
FAO :	Food and Agricultural Organization (Organisation des Nations Unies Pour <i>l'Alimentation et l'Agriculture</i>)
INRAF	Institut National de la Recherche Agronomique de la France
DSA :	Direction de services agricoles
ITCMI :	Institut Technique Des Cultures Maraichères et Industrielles
INRAA	Institut National de la Recherche Agronomique de l'Algérie
PDA :	Milieu d'extrait de pommes de terre, de dextrose et d'agar
Fig :	Figure
NaClO :	Hypochlorite de sodium

Liste des figures

Figure	<i>Titre</i>	Page
1	Production et surface totales de la tomate pendant la période 2015/ 2020 dans le monde entier	6
2	Production et surface totales de la tomate pendant la période 2010/ 2020 en Algérie	7
3	Production totale de la tomate à Oued Souf en 2020	9

Liste des photographies

Photo	Titre	Page
1	Images satellites de quatre stations d'échantillonnage prélevées à El-Magrène	12
2	Quelques symptômes maladifs apparus sur tomate	14
3	Préparation du milieu PDA	15
4	Désinfection des sujets végétaux	15
5	Séchage des fragments végétaux	16
6	Ensemencement des fragments de la tomate	16
7	Colonies fongiques issues de fragments végétaux	19
8	Symptômes de flétrissement fusarien sur les plants de tomate à EL-Magrene	20
9	Illustrations macro et microscopique de <i>F. oxysporum</i> (Isolat 1)	21
10	Illustrations macro et microscopique de <i>F. oxysporum</i> (Isolat 2)	22
11	Aspect macro et microscopique de <i>S. sclerotiorum</i>	23
12	Aspect macro et microscopique de <i>Rhizoctonia</i> sp.	24
13	Aspect macro et microscopique d' <i>Alternaria</i> sp. (Isolat 1)	25
14	Aspect macro et microscopique d' <i>Alternaria</i> sp. (Isolat 2)	26
15	Aspect macro et microscopique d' <i>Alternaria</i> sp. (Isolat 3)	27
16	Aspect macro et microscopique de <i>Cladosporium</i> sp.	28
17	Aspect macro et microscopique de <i>Botrytis cinerea</i>	29
18	Aspect macro et microscopique de <i>Trichoderma</i> sp. (Isolat 1)	31
19	Aspect macro et microscopique de <i>Trichoderma</i> sp. (Isolat 2)	32
20	Aspect macro et microscopique de <i>Penicillium</i> sp. (Isolat 1)	33
21	Aspect macro et microscopique de <i>Penicillium</i> sp. (Isolat 2)	34
22	Aspect macro et microscopique d' <i>Aspergillus niger</i>	35
23	Aspect macroscopique de <i>Mucor</i> sp. (Isolat 1)	36
24	Aspect macro et microscopique de <i>Mucor</i> sp. (Isolat 2)	37

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Quelques conditions culturelles pour chaque site d'échantillonnage	13

Table des matières

Pages

Dédicace	
Remerciement	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des photographies	
Liste des tableaux	
Table des matières	
Introduction.....	2
Partie I : Synthèse bibliographique	
I.1.-Importance de la tomate	6
I.1.1.- Importance de la tomate dans le monde.....	6
I.1.2.- Importance de la tomate en Algérie.....	7
I.1.2.1- Importance économique	7
I.1.2.2- Systèmes de culture.....	8
I.3.- Importance de la tomate à El Oued.....	8
I.2.- Ennemis de la culture.....	9
Partie II : Matériel et Méthodes	
II.- Matériel et méthodes.....	12
II.1.- Travaux sur terrain.....	12
II.1.1.- Choix de stations d'étude.....	12
II.1.2.- Echantillonnage des sujets infectés.....	13
II.2.- Travaux sur laboratoire.....	14
II.2.1.- Préparation du milieu de culture	14
II.2.2.- Isolement des agents phytopathogènes.....	15
II.2.2.1.- Désinfection du matériel végétal.....	15
II.2.2.2.- Séchage des sujets végétaux	16
II.2.2.3.-Ensemencementdes tissus végétaux.....	16
II.2.3.- Purification des colonies.....	16
II.2.4.- Identification des agents phytopathogènes.....	17
Partie III : Résultats et discussion	
III.- Résultats et discussion.....	19
III.1.- Isolement des microorganismes fongiques.....	19
III.1.2.- Identification des isolats fongiques.....	19
III.1.2.1.- Champignons phytopathogènes	19
III.1.2.2.-Champignons non contaminants.....	30
III.1.2.2.1.-Microorganisme symbiotes.....	30
III.1.2.2.2.-Microorganisme saprophytes.....	32
III.2.- Discussion	38
Conclusion et Perspectives	42
Références bibliographiques.....	44
Annexes	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La réalisation d'une sécurité alimentaire est l'un de plusieurs facteurs essentiels du développement des pays. Néanmoins, de nombreux phénomènes peuvent ralentir le progrès, en particulier là où il existe les récessions économiques, les conflits, les pandémies, la variabilité et les extrêmes climatiques ainsi que la faim et la malnutrition.

L'Algérie est parmi les pays qui luttent pour faire atteindre une autosuffisance alimentaire. D'après les récentes statistiques de la FAO (2022), il existe une baisse du nombre de personnes sous alimentées en Algérie durant l'an 2020. Les chiffres ont touché 1,1 millions par rapport à 2,5 millions Algériens recensés au début du millénaire (FAOSTAT, 2022). Cette situation est le produit de certains plans stratégiques à l'image de l'accroissement des superficies cultivées, adoption de nouvelles techniques et itinéraires agricoles avec les efforts consentis aux spéculations les plus requises.

De plus, FAOSTAT (2022) a indiqué que loin des indices de la production nationale et mis à part les dattes et les huiles végétales, les légumes frais (pommes de terre, oignons et échalotes) se figurent dans la liste des aliments les plus exportés hors pays en 2020.

Dans le même contexte, la tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) (1768) se transforme en un échelon des plus en vue dans le secteur agricole algérien. Elle fait partie des fruits-légumes les plus appréciés grâce à leurs qualités organoleptiques dont presque nul repas ne saurait se passer. Ce fruit constitue une source de potassium, fibres et de précieux antioxydants tels que le lycopène (agent anti-cancer), l'acide ascorbique et les polyphénols (SPILLER, 2001 ; RENARD *et al.*, 2014; RAO *et al.*, 2018).

Cependant, la tomate constitue un terrain propice à plusieurs ravageurs et maladies virales, bactériennes ou fongiques dont les attaques pouvant abaisser cruellement les rendements. Parmi les différents bio-agresseurs de cette plante, les champignons phytopathogènes occupent une place primordiale dont 30 agents cryptogamiques peuvent attaquer la plante (AGRIOS, 2005).

En effet, les scientifiques doivent se focaliser sur l'étude de la nature et la biologie de ces micro-organismes afin de pouvoir construire une méthode de lutte intégrée convenable. De nombreux travaux, effectués dans le monde, ont répertoriés différentes espèces fongiques essentielles à la tomate ou associées à son environnement. PERVEEN et GHAFAR (1995), Al-

ASKAR *et al.* (2014), ONUORAH et ORJI (2015) ainsi que RODRIGUES et KAKDE (2019) ont abouti à des listes diversifiées contenant plusieurs champignons parasites, saprophytes et antagonistes. Pas assez loin d'Oued Souf, BENLAMOUDI (2016), DEKKOUMI (2016), LAKHDARI *et al.* (2017), OUARGLI (2017) et BENLAMOUDI (2021) ont classifié de dizaines espèces pouvant attaquer ou héberger les tissus de la même plante à Oued Righ.

Dans le but de contribuer également à l'élaboration d'un catalogue de nomenclature des maladies fongiques les plus inventoriées sur tomate, une étude sur l'isolement et l'identification de champignons parasites (aériens ou telluriques), saprophytes et symbiotes a été conduite en conditions contrôlées. Les isolats cryptogamiques ont été tous récoltés sur tomate cultivée sous serre ou en plein champs à EL-Magrène, l'une de communes les plus populaires en vocations agricoles à Oued Souf.

Notre document est donc composé de trois grandes parties. La 1^{ère} est une synthèse bibliographique qui traite l'importance de la tomate dans le monde, en Algérie et à Oued Souf. Ce chapitre contient également les ennemis les plus redoutables de la culture. La seconde partie est réservée aux essais expérimentaux avec un détail des moyens et méthodes utilisées. Quant à la 3^{ème} est une présentation des résultats obtenus couronnés par une discussion et une conclusion où quelques perspectives sont présentées à la fin.

Partie I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1.-Importance de la tomate

La tomate est parmi les filières légumières les plus répandues et largement cultivées à l'échelle internationale car elle est considérée un aliment prioritaire de base venant à juste titre avec la pomme de terre, l'ail et les oignons.

I.1.1.- Importance de la tomate dans le monde

L'intérêt dédié à ce produit n'a cessé d'augmenter au fil du temps dont la production abattu son plein en 2020 dans le monde entier (Fig. 1). En effet, cinq pays sont classés en tant que producteurs pilotes de ce fruit-légume (FAO, 2022). La part du lion dans la production mondiale est réservée à la Chine car elle a occupé le premier rang avec des chiffres de 182, 301, 395 tonnes sur une superficie estimée à 4, 848, 384 ha. Ledit pays est suivi par l'Inde, la Türkiye, l'Amérique et l'Egypte avec des valeurs de 20 573000, 13204015, 12227 402 et 6731220tonnes produits sur 812, 000, 181, 879, 110, 439et 170862ha respectivement (Annexe 1). Cette grande productivité provient essentiellement de perfectionnements des techniques employés ainsi que le système cultural intensif adopté (SNOUSSI, 2010).

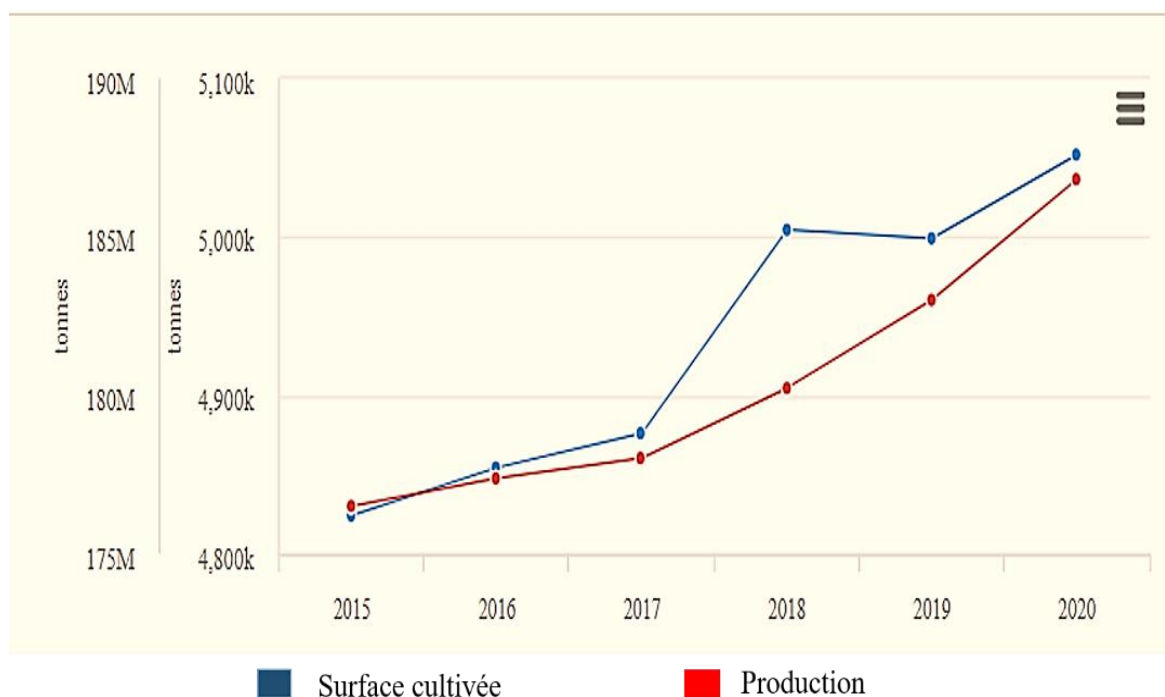


Figure 1. Production et surface totales de la tomate pendant la période 2015/ 2020 dans le monde entier (FAO, 2022).

I.1.2.- Importance de la tomate en Algérie

La tomate en Algérie est une filière très prometteuse car elle occupe une place très privilégiée dans l'économie agricole nationale. Elle conçoit aujourd'hui un défi de l'autosuffisance et de l'exportation en raison de ses différentes perspectives.

I.1.2.1- Importance économique

L'Algérie s'est classée en quinzième position parmi les pays les plus producteurs de la tomate fraîche dans le monde en 2020 (Annexe 1). Ce fruit-légume vient en troisième rang après la pomme de terre et les oignons secs (FAO, 2022).

Toutefois, la surface cultivée a connu des instabilités (Fig. 2) au cours de la dernière décennie (2010/ 2020). Selon la même source, Des faibles valeurs ont été notées pendant la période allant de 2016 à 2018. Cette situation peut se référer à l'augmentation des besoins en semences (hybride), les différents intrants assurés totalement par l'importation, manque des moyens de lutte intégrée et préventive et les charges de la main d'œuvre jugée très demandée parce que la culture est entièrement manuelle (REKIBI, 2014).

Au-delà de 2018, une variation avec une tendance vers la hausse, en matière de superficies et production, a été enregistrée en atteignant des superficies optimales égales à 26, 311ha en 2020 (Fig. 2). Pareillement, les chiffres de la production de la tomate ont enregistré un essor d'environ 1, 635, 00 tonnes dans la même année (FAO, 2022).

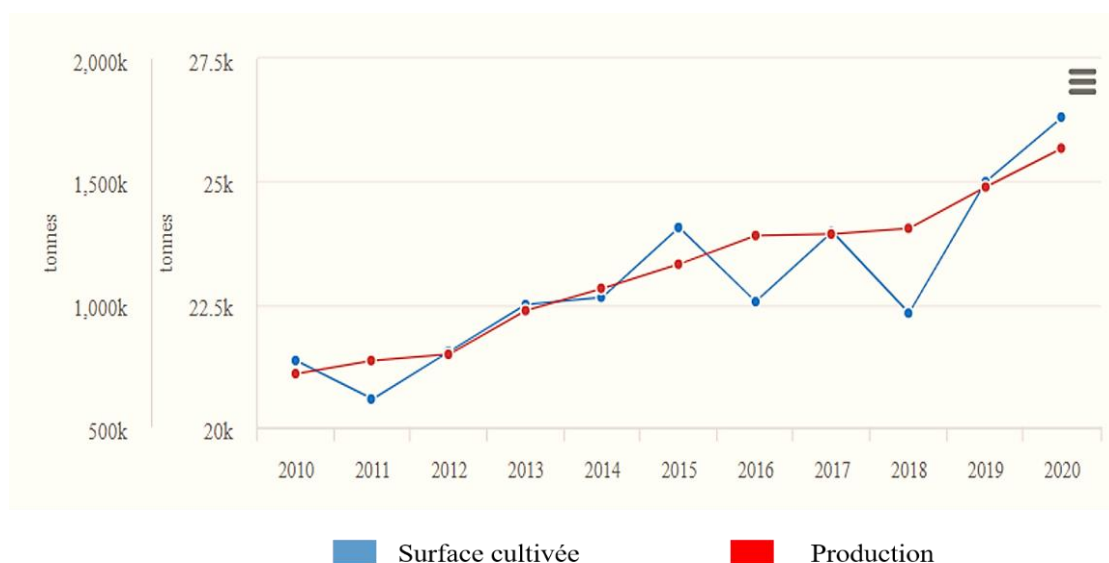


Figure 2. Production et surface totales de la tomate pendant la période 2010/ 2020 en Algérie (FAO, 2022)

I.1.2.2- Systèmes de culture

En réalité, la disponibilité de la tomate est assurée durant toute l'année dans le marché local grâce à la production d'extra-primeur et tardive (cultures plastiques), suivie de celle obtenue en plein champs (culture de saison). Par conséquent, les tomates pouvant faire l'objet de produits destinés au marché de frais ou à la transformation.

Selon le système de culture conduit, il convient de dire que quatre zones sont considérées productrices de tomate sur le territoire national (ITCMI, 2015). Il s'agit de :

- 1. Zones du littoral** : les cultures sont des primeurs de l'intensif, mises en place en hiver (mi-Décembre) et en automne (mi-Septembre). L'élite de production sont : Chlef, Boumerdes, Tlemcen, Alger et Tipaza ;
- 2. Zones du sublittoral** : les tomates sont cultivées dans le début de Janvier à mi-Janvier ;
- 3. Plaines intérieures** : ces régions regroupent les cultures des aison en pratiquant l'irrigué de plein champs ayant lieu en mi-Février. Les producteurs sont : Sétif, Ain -Defla et Mila ;
- 4. Zones sahariennes** : la conduite de la culture se fait en sec de pleins champs (mi-Juillet au début d'Août) ou en protégée (mi-Septembre à mi-October). Les wilayas les plus productrices sont : Adrar, Biskra, El-Oued et Ghardaïa.

I.3.- Importance de la tomate à El Oued

Oued Souf se repose sur l'Erg oriental dont l'ensablement constitue un obstacle pour toute végétation. La région est également dotée d'une plage de température très élevée considérée en tant que conditions critiques. Néanmoins, l'agriculteur soufi a agréablement transformé ces extrêmes naturels en atouts potentiels dont il a bien maîtrisé les itinéraires techniques de différentes spéculations (dattes, pommes de terre, tomate, tabac, arachides, betterave sucrière, pastèque...etc) en hissant la région en tête de liste des wilayas productrices de cultures stratégiques dans le pays.

Dans ce contexte, Oued Souf est le leader en la matière. La wilaya désertique a connu un saut quantitatif ces dernières années en matière de production (Annexe 2) de la tomate dont la valeur globale enregistrée à 2021 est estimée à 3, 337, 389qx, obtenue sur une superficie arable cultivée de 4460 ha (DSA Oued Souf, 2022). Ce statut de pôle agricole est certainement le résultat de la dynamique des jeunes vers l'investissement agricole qui a approvisionné non seulement ladite région ou la zone sud-est mais elle s'étend à l'est et au centre du pays, notamment en cultures maraîchères dites « extra primeurs ».

Outre, La tomate est ainsi cultivée dans la plupart des régions de la wilaya, notamment les communes à vocation agricole à l’instar d’El-Magrène, Sidi Aoun, Hassi-Khelifa, Reguiba et Debila (Fig. 3). La quasi-totalité de méthodes d’irrigation adoptées par les agriculteurs s’agit du goût à goût.

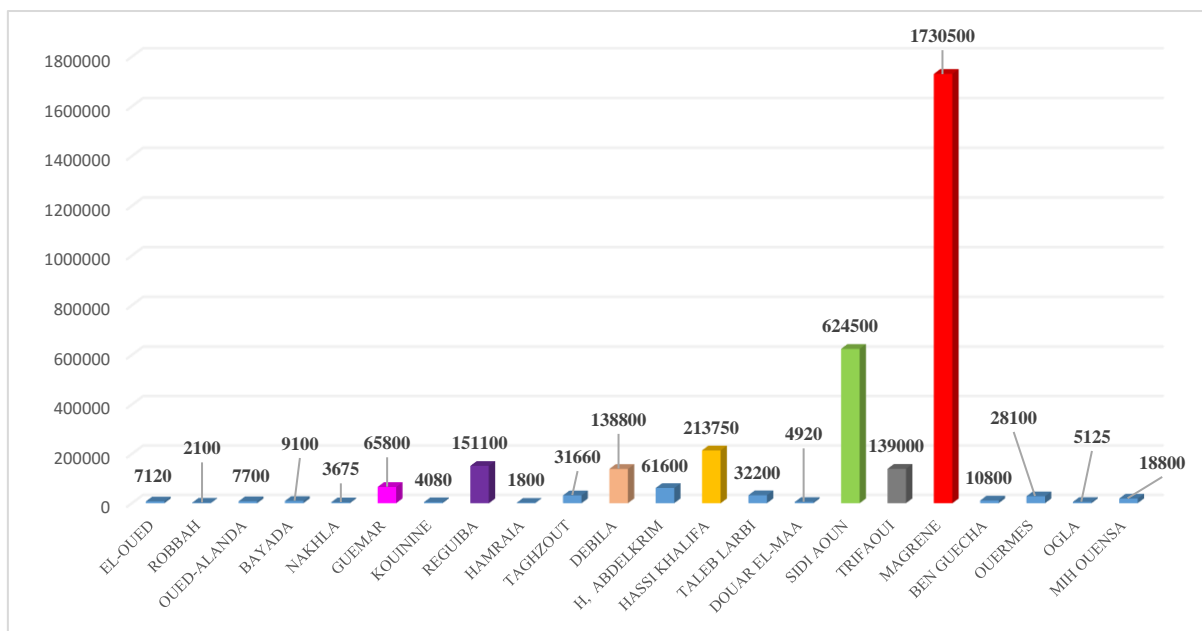


Figure 3. Production totale de la tomate à Oued Souf en 2020 (DSA, 2022)

Plus que d’autres, la commune d’El-Magrène se distingue de loin par la dite vocation culturale c’est pourquoi elle est considérée un marché de négoce de la tomate dont elle constitue 50% de la production totale de la wilaya (Annexe 3). Dans cette localité, la tomate est cultivée en plein champ ou sous serre au niveau des exploitations agricole où la récolte est issue de différentes variétés hybrides de tomate ronde (F1), ayant un aspect qualitatif et gustatif meilleur, destinées à la consommation et à la transformation industrielle. Les variétés les plus cultivées en plein champs sont : Salimah, Petra, Farida, Fadila, Journal et Angora super sweat. Tandis que celles adaptées sous serre sont : Timgad, kawa et Siran (DSA Oued Souf, 2022).

I.2.- Ennemis de la culture

Malgré l'utilisation de variétés hybrides résistantes, la culture de la tomate est confrontée à de nombreux désordres biotiques et abiotiques qui causent d’énormes pertes de production et de rendement. Ephytia-INRAF (2021) a récapitulé différents ravageurs et maladies à savoir : les insectes (aleurodes, cochenilles, mouche des fruits, mineuses, noctuelles, pucerons, punaises et thrips), les acariens (*Aculops lycopersici* et *Polyphagotarsonemus latus*) ainsi que nématodes

(*Meloidogyne* spp. et *Pratylenchus* spp.). Les attaques des animaux (Dégâts d'oiseaux sur fruits) et les plantes parasites (mauvaises herbes) semblent être aussi importantes.

De plus, la liste comporte également les maladies dues aux virus (virus de mosaïque de la luzerne, virus de flétrissement de la fève, virus de mosaïque du concombre...etc.) et viroïdes (viroïde de l'exocortis des agrumes, viroïde latent du *Columnea*, viroïde des tubercules fusiformes de la pomme de terre ...etc).

En outre, les maladies sont dues également aux bactéries et phytoplasmes (chancre bactérien, pourritures bactériennes, moelle noire...etc.) selon la même source mentionnée. Quant aux maladies fongiques sont très diversifiées en raison de conditions culturales de la tomate. Celles-ci se trouvent aériens (chancre à *Alternaria*, moisissures saprophytes, moisissure grise etc.) ou telluriques et vasculaires (anthracnose, fonte des semis, pourritures, fusariose vasculaire, verticilliose...etc.).

Il est à mentionner que les maladies et ravageurs sont tous traités en faisant recours abusifs aux traitements phytosanitaires de nature chimique car les maladies ont développé une résistance envers les pesticides ce qui a fait naissance aussi à d'autres maladies et ravageurs plus forts en aggravant encore la situation surtout sur la santé de consommateur. De ce fait, le recours à la lutte intégrée dans les différentes stratégies de protection phytosanitaire s'avère indispensable dont l'introduction de moyens biologiques sûres se considère un remède à l'environnement. Elle consiste également en l'utilisation de tous les moyens cultureaux prophylactiques tout en réduisant les applications non justifiées des pesticides, engrais et irrigation (BELAID, 2016).

Partie II :

MATERIEL ET METHODES

II.- Matériel et méthodes

Ce travail porte sur la mise en évidence de quelques espèces fongiques essentielles à la tomate dans la région d'El Oued (El-Mgrène). La mycoflore recensée s'estime à la fin en tant que désordre phytopathologique selon la propriété écologique de chaque champignon (parasites, saprophytes ou symbiotes). L'occurrence des espèces traduit leur occupation des organes en fonction de la fréquence d'apparition des colonies manifestées sur PDA.

II.1.- Travaux sur terrain

Les sites d'étude avec l'échantillonnage effectué sur terrain ont été décrits en se basant sur quelques conditions culturales (Annexe 4), agents biotiques prédateurs et majeurs symptômes maladiques reproduits sur tomates conduite sous serre ou en plein champs.

II.1.1.- Choix de stations d'étude

La présente étude a été menée sur quatre différentes stations à El-Magrène (Photo 1), région stratégiquement réputée par la filière de tomates fraîches. Le choix a fait l'objet de ladite localité car elle est statistiquement classée en première position, dans la willaya d'El Oued, en matière de production (1, 730, 500 qx) et de surfaces cultivées (2165 ha) consacrées à ce fruit-légume en 2020(Annexe 2).La région est dotée d'une grande diversité variétale ce qui augmente la probabilité d'obtenir une liste mycoflorale très importante sur spéculation sujette.

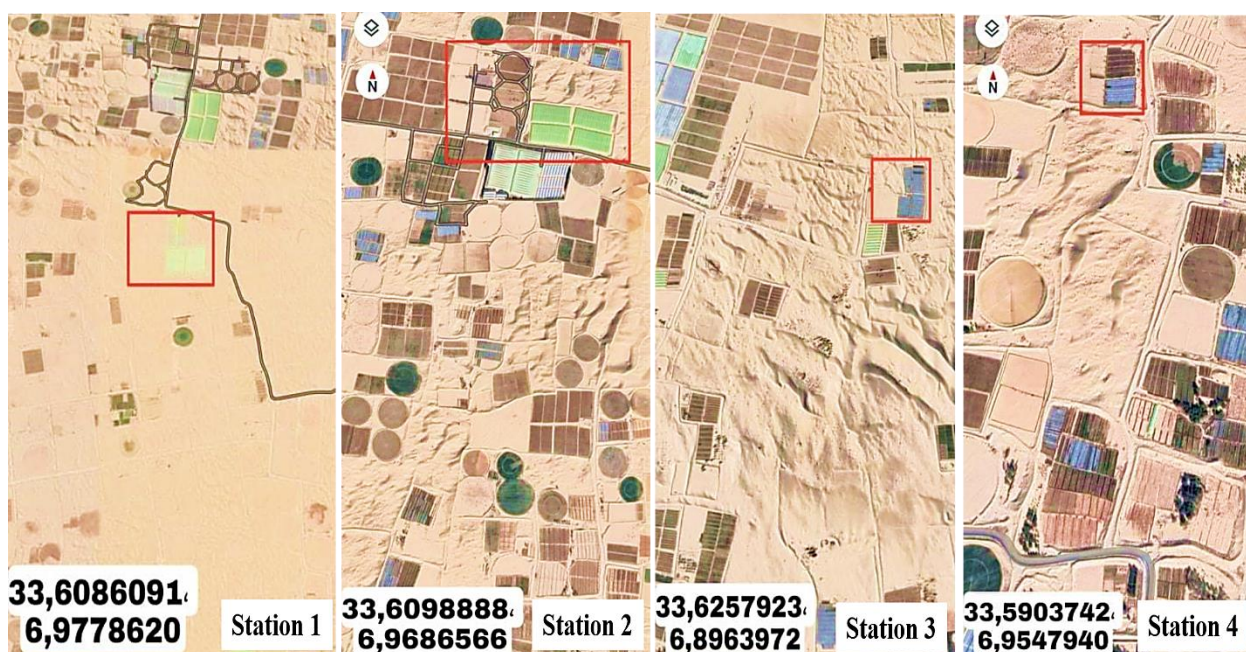


Photo 1. Images satellites de quatre stations d'échantillonnage prélevées à El-Magrène

II.1.2.- Echantillonnage des sujets infectés

Deux systèmes de culture ont été pris en considération lors du prélèvement des échantillons à savoir : deux cultures protégées (plasticultures) et deux autres menées en plein champs (Tab. 1). Il est à noter que toutes les cultures ont été conduites par un système d'irrigation localisé goutte à goutte.

Tableau 1. Quelques conditions culturales pour chaque site d'échantillonnage

Système de culture	Agriculteur	Région	Surface cultivée	Variétés de tomate
Menée en plein champs	Station (1) : Ayachi Omar Mohamed	Sidi Aoun, à une distance de 30km du chef-lieu de la wilaya	4 ha	Salimah Petra Farida
	Station (2) : Hchifa Mourad	Mnanaa, à une distance de 33km du chef- lieu de la wilaya	4 ha	Salima Petra
Cultures protégées	Station (3) : Ayachi Omar Lazhar	A Oued Lmaleh, commune de Magrenea à une distance de 39 km du chef-lieu de la wilaya	14 ha	Timgad
	Station (4) : Ghraissa	A Oued Lmaleh, commune de Magrenea à une distance de 37 km du chef-lieu de la wilaya	chaque serre multi-chapelle est cultivée en tomate est de 1 ha	Timgad

Le procédé de l'échantillonnage a été réalisé sur la base d'un examen à l'œil nu où les attaques visées (Photo 2) ont été repérés selon quelques symptômes fongiques bien distingués (pourriture, dessèchement, jaunissement...etc.). La méthode de prélèvement des sujets infectés a été sélectionnée selon le dispositif variétal imposé sur chaque terrain. D'abord, il est à mentionner que seulement la variété Petra a été prise en considération dans la deuxième station.

L'échantillonnage sur les surfaces monovariétales (station 2, 3 et 4) a été réalisé en aléatoire simple grâce à l'homogénéité de la population. Quant à celui effectué à la première station s'agit d'un prélèvement stratifié (en trois différentes strates) en fonction de différentes variétés cultivées.

Après la stratification de terrain, l'échantillonnage intra-strate a été effectué en aléatoire simple au sein de chaque parcelle.



Photo 2. Quelques symptômes maladiques apparus sur tomate.

II.2.- Travaux en laboratoire

Les échantillons ont été tous transportés dans des papiers journaux vers le laboratoire de protection de végétaux qui se situe à INRAA, station expérimentale de Touggourt. Ils ont été analysés après 24h de leur prélèvement.

II.2.1.- Préparation du milieu de culture

Toutes les manipulations sur laboratoire ont été servies en utilisant le milieu de culture PDA grâce à sa richesse en élément nutritifs (exclusivement en amidon et glucose) essentiels à la nutrition de la composante biotique en question. La préparation du milieu nutritif (Photo 3) a été effectuée en suivant les travaux de LESLIE et SUMMERELL (2006):

- 250 g de pommes de terre lavées, découpées en petits cubes (5cm), épluchées et autoclavées pendant 20 minutes sur 1 litre d'eau distillée. Ensuite, elles sont écrasées et filtrées à travers une mousseline ;
- La phase liquide a été réajustée en 1 litre puis une quantité de 20g de glucose et autant d'agar-agar ont été ajoutées à l'extrait tout en agitant la solution ;
- Le mélange a été versé dans des flacons de 200 ml à conditions que ceux-ci ne se remplissent pas à ras et les bouchons soient à peine dévissés ;

- Les flacons contenant le milieu ont été ensuite autoclavés pendant 20 minutes. Au-delà de cette période, ils ont été mis près de bec Bunsen puis le milieu a été coulé dans des boîtes de Pétri après refroidissement.



Photo 3. Préparation du milieu PDA

II.2.2.- Isolement des agents phytopathogènes

Selon les travaux de LESLIE et SUMMERELL (2006), l'isolement de la mycoflore a été réalisé en différentes grandes étapes : désinfection, séchage, ensemencement et incubation des fragments végétaux. Celles-ci s'ensuivent de nombreux repiquages successifs à chaque colonie fongique apparue sur PDA.

II.2.2.1.- Désinfection du matériel végétal

Les organes végétaux (racine, collet, tige, feuille et fruit) ont été séparés les uns aux autres puis rincés par l'eau de robinet. Ensuite, les zones infectées de chaque organe ont été découpées en petits fragments de 1 à 2 mm de diamètre à raison de 25 sujets / organe/ variété. Ceux-ci ont été désinfectés à NaClO (2 %) pendant 03 minutes puis rincés deux fois dans de l'eau distillée stérilisée pendant 3 minutes pour chaque opération (Photo 4).



Photo 4. Désinfection des sujets végétaux

II.2.2.2.- Séchage des sujets végétaux

Dans le processus de séchage, tous les échantillons ont été placés sur les papiers absorbants près de bec Bunsen, chaque organe de chaque variété à part (Photo 5).



Photo 5. Séchage des fragments végétaux

II.2.2.3.- Ensemencement des tissus végétaux

Les sujets séchés ont été ensuite transférés dans des boîtes de Pétri à raison de 5 éléments / boîte. Les boîtes ont été fermées hermétiquement, dans les conditions aseptiques, à l'aide d'un parafilm puis mises à l'incubateur à $27 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 6 jours pour favoriser la croissance mycélienne des champignons (Photo 6).



Photo 6. Ensemencement des fragments de la tomate.

II.2.3.- Purification des colonies

Afin de faciliter l'observation sous le microscope, il est nécessaire d'effectuer des purifications successives de colonies fongiques apparues. Celles-ci, qui ont été développées tout

autour du fragment végétal, ont subi aseptiquement des repiquages à l'aide d'un scalpel stérilisé. Les explants mycéliens ont été redéposés au centre de boîtes de Pétri coulées préalablement en PDA, puis l'ensemble a été incubé pendant 7 jours à $27 \pm 2^\circ\text{C}$. L'opération se refait jusqu'à l'obtention de colonies pures.

II.2.4.- Identification des agents phytopathogènes

Cette étape a été maintenue en faisant appel aux caractères morphologiques tels que la pigmentation et la texture des colonies (duveteuse, laineuse, cotonneuse, veloutée, poudreuse, granuleuse ou glabre). De plus, l'aspect microscopique des microorganismes prend en considération quelques caractères tels que : la forme du mycélium, la présence ou l'absence de cloisons ainsi que son mode de ramification en conidiphores. La taille, la forme, la coloration et la segmentation des spores ont été également prises en compte. L'identification du champignon, parfois de l'espèce, a été réalisée en se basant sur des clés dichotomiques essentielles à la détermination des champignons à savoir celles de WATANABE (2010) ; BLANCARD (2012) ; CAMPBELL *et al.* (2013) ainsi que SCIORTINO (2017).

Partie III :

RESULTATS ET DISCUSSION

III.- Résultats et discussion

La présente partie contient toutes les espèces fongiques résultantes sur PDA apparues à travers l'isolement sur différentes variétés hybrides de la tomate (Petra, Salimah, Farida et Timgad). Elle est couronnée enfin par une discussion de ces résultats.

III.1.- Isolement des microorganismes fongiques

Les résultats mentionnés ci-dessous dévoilent toutes les colonies développées à partir des fragments végétaux infectés suite à l'ensemencement sur PDA (Photo 7). L'étude a abouti à la détermination de 16 différents isolats fongiques associés à la culture de la tomate sous serre dans la région d'El-Magrène.



Photo 7. Colonies fongiques issues de fragments végétaux

III.1.2.- Identification des isolats fongiques

Après plusieurs repiquages successifs sur PDA, 10 différentes espèces fongiques ont été identifiées, sous le microscope optique, dont certaines appartiennent au même genre. Les espèces ont été brièvement décrites en citant les caractères macro et microscopique typiques. L'ensemble a été listé en deux catégories selon sa propriété écologique. Il s'agit de champignons phytopathogènes (parasites), et non contaminants (saprophytes ou symbiotes).

III.1.2.1.- Champignons phytopathogènes

Ils renferment les champignons parasitaires ; c'est-à-dire les contaminants de tissus vivants de plantes.

➤ ***Fusarium oxysporum* Schlechtendahl (1824) : Flétrissement fusarien**

Division : Ascomycètes

Classe : Sordariomycetes

Sousclasse : Hypocreomycetidae

Ordre : Hypocreales

Famille : Nectriaceae.

Fusarium est un champignon ayant un caractère tellurique et vasculaire qui peut être transmis par les tissus conducteurs de la plante (BLANCARD, 2012). La présente étude a révélé la présence de deux différentes souches de *Fusarium* pouvant affecter la culture sujette en causant des flétrissements des organes aériens (Photo 11).



Photo 8. Symptômes de flétrissement fusarien sur les plants de tomate à EL-Magrène

Après isolement sur milieu PDA, ce champignon manifeste une colonie à aspect laineuse de couleur blanche avec une nuance rosâtre (Photo 9. A). A un état avancé, celle-ci présente des structures solides, brillantes et jaunes appelées : chlamydospores (Photo 9. A1). L'examen microscopique a dévoilé des hyphes septés est fins en portant des courtes ramifications nommées : conidiophores (Photo 9.A2 ; A3). Ainsi, l'espèce produit abondamment de microconidies réniformes (Photo 9.A4) et des scolécospores allongées, cloisonnées et fusiformes d'où vient l'appellation du genre *Fusarium* (Photo 9.A5).

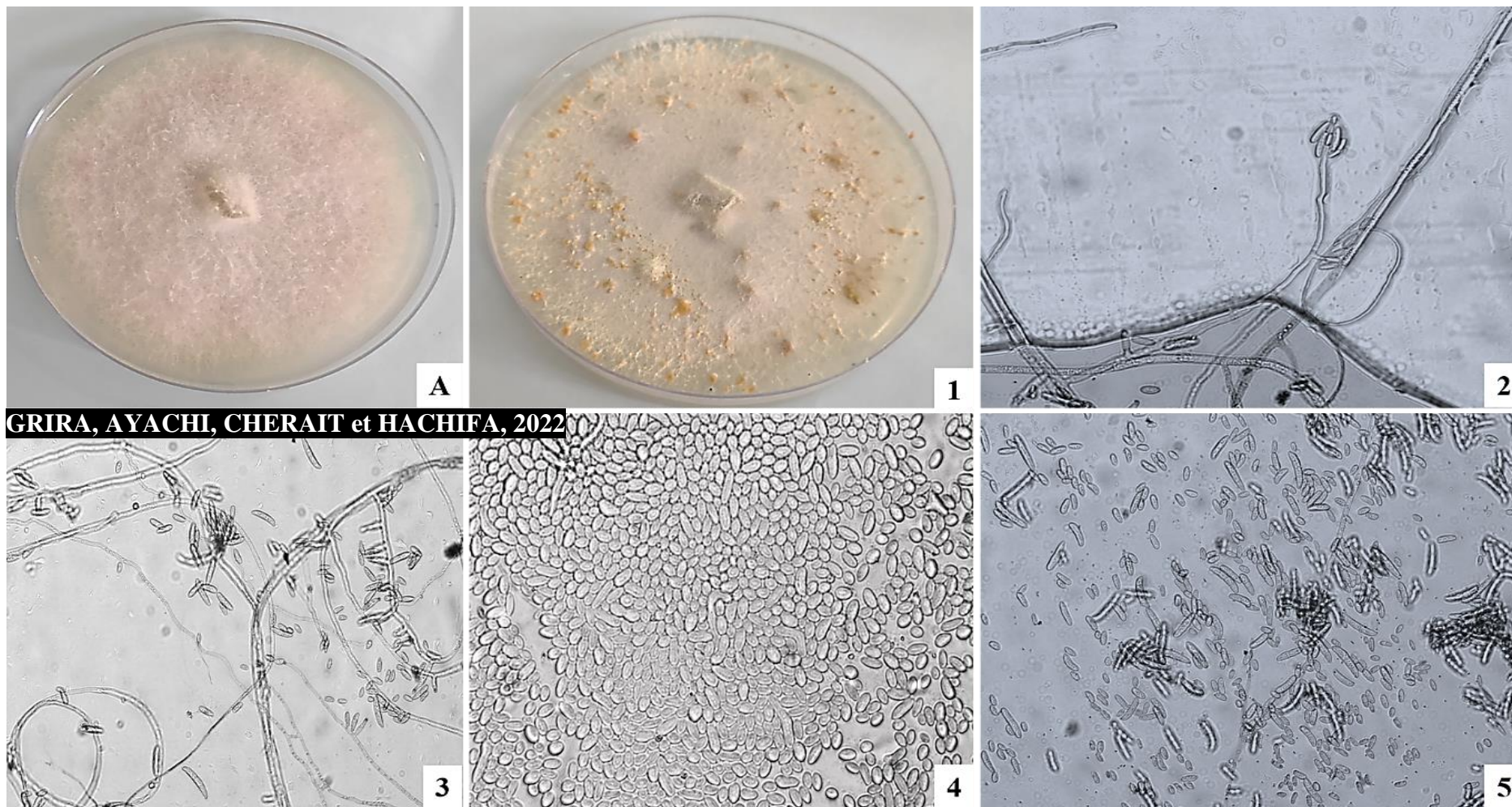


Photo 9. Illustrations macro et microscopique de *F. oxysporum* (Isolat 1) **A** ; **A1** : Colonies fongiques développées sur PDA **A2** ; **A3**: Hyphes portant des conidiophores **A4**: Microconidies **A5** :Microconidies (Gr × 400)

D'ailleurs, une deuxième espèce de *F. oxysporum* est clairement exprimée sur PDA. La colonie de cet isolat est de couleur blanche et aspect cotonneux (Photo 10. B). Il est à noter que cette espèce n'a manifesté aucune structure microscopique mises à part quelques macrospores légèrement incurvées et cloisonnées (Photo 10. B1 ; B2).



Photo 10. Illustrations macro et microscopique de *F. oxysporum* (Isolat 2) **B** : Colonie fongique développée sur PDA **B1**; **B2**: Macroconidies (Gr \times 400)

✓ ***Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (1884) : Pourriture blanche**

Division : Ascomycètes

Classe : Leotiomyces

Sous classe : Leotiomycetidae

Ordre : Helotiales

Famille : Sclerotiniaceae

La colonie de *S. sclerotiorum* est rasée de couleur blanche neige (Photo 11. A). A un stade développé de culture, l'espèce produit des sclérotés noirs, solides de taille moyenne. L'observation microscopique montre des hyphes cloisonnés portant des ramifications dichotomiques (Photo 11. A1 ; A2). De plus, des ébauches de sclérotés sont formées à l'extrémité des hyphes (Photo 11. A3).

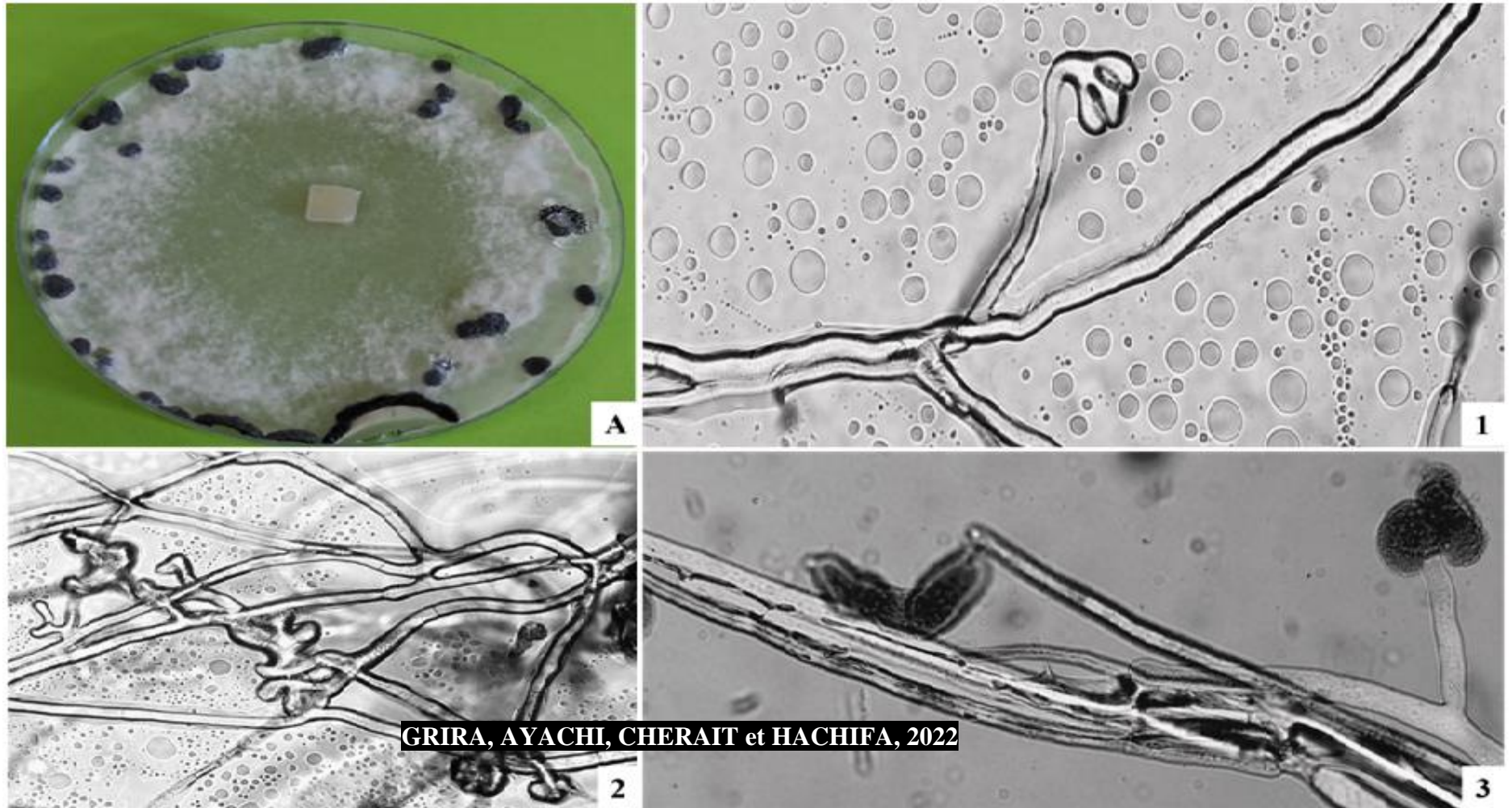


Photo 11. Aspect macro et microscopique de *S. sclerotiorum* A : Colonie fongique sur PDA A1 ; A2 :Conidiophores sur hyphes A3: Sclérotés en stade initial (Gr × 400)

➤ ***Rhizoctonia* sp. : Pourriture brune**

Division : Basidiomycètes

Classe : Agaricomycète

Sous classe : Agaricomycetidae

Ordre : Cantharellales

Famille : Ceratobasidiaceae

La culture de ce champignon est incolore (Photo 12. A). Le mycélium produit des cercles concentriques sur la surface de la boîte de Pétri. A certaines conditions de culture, les sclérotés sont visibles à l'œil nu, sur la surface de la culture, sous forme de petits feutrages blancs (Photo 12. A). L'aspect microscopique se caractérise par des hyphes cloisonnés mélanisés qui se trouvent réunis en cordons (Photo 12. A1 ; A2 ; A3). Dans cette étude, ladite espèce fongique se trouve toujours associée à *S. sclerotiorum*.

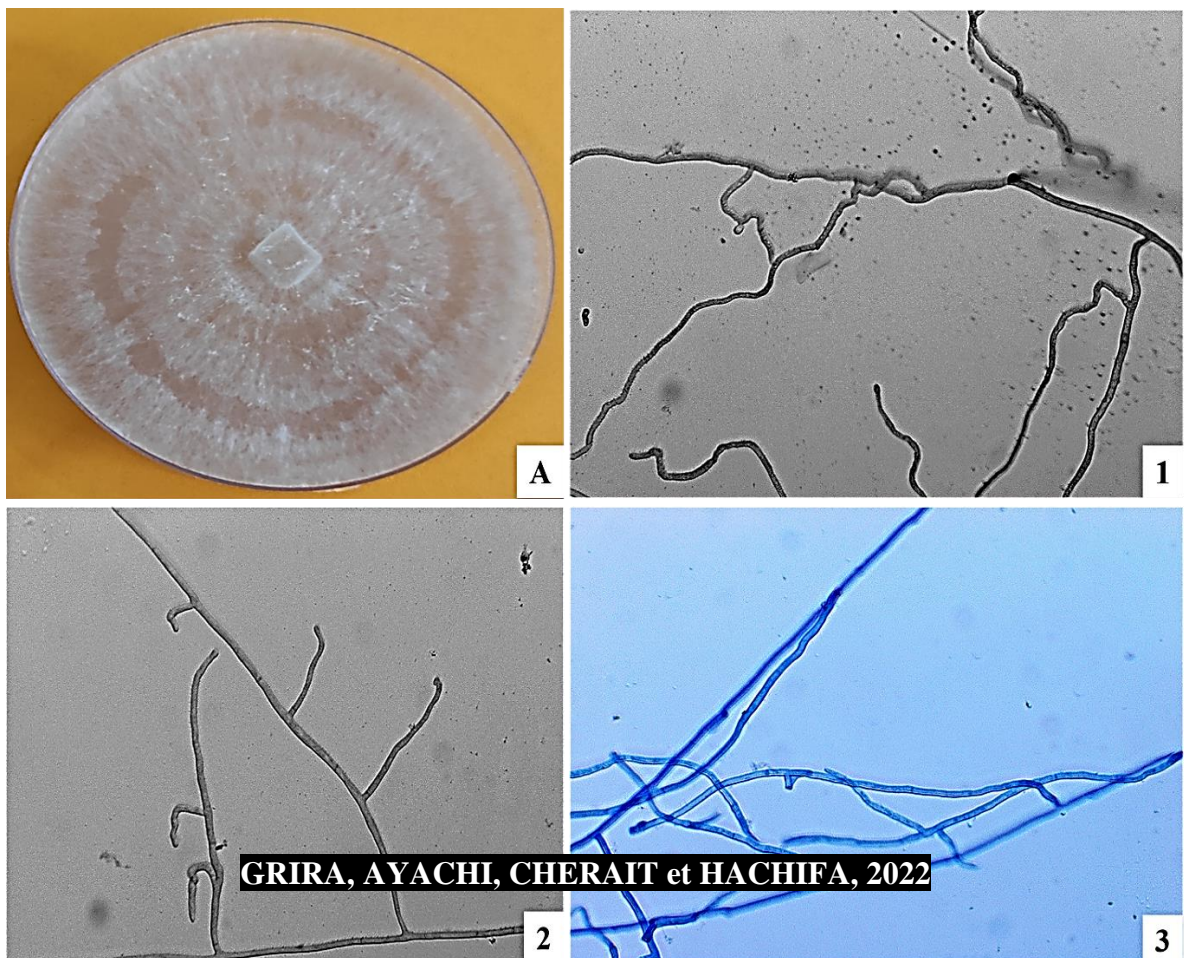


Photo 12. Aspect macro et microscopique de *Rhizoctonia* sp. **A1** : Colonie fongique sur PDA **A1** ; **A2** ; **A3** : Hyphes en cordons (Gr × 400)

➤ ***Alternaria* spp. Nees ex Friess (1816) : Brûlures alternariennes**

Division : Ascomycètes

Classe : Dothideomycètes

Sous classe : Pleosporomycetidae

Ordre : Pleosporales

Famille : Pleosporaceae

Le présent champignon a manifesté dans cinq textures et couleurs. Celles-ci sont toutes sombres et veloutées qui deviennent trop épaisses en état avancé de développement.

Alternaria sp. (Isolat 1) présente une colonie grisâtre et laineuse (Photo 13. A). Sous le microscope, le champignon manifeste des hyphes très épais, flexueux et fortement mélanisés (Photo 13. A1 ; A2) où les ébauches premiers de formation de spores sont nettement arrondis (Photo 13. A2).

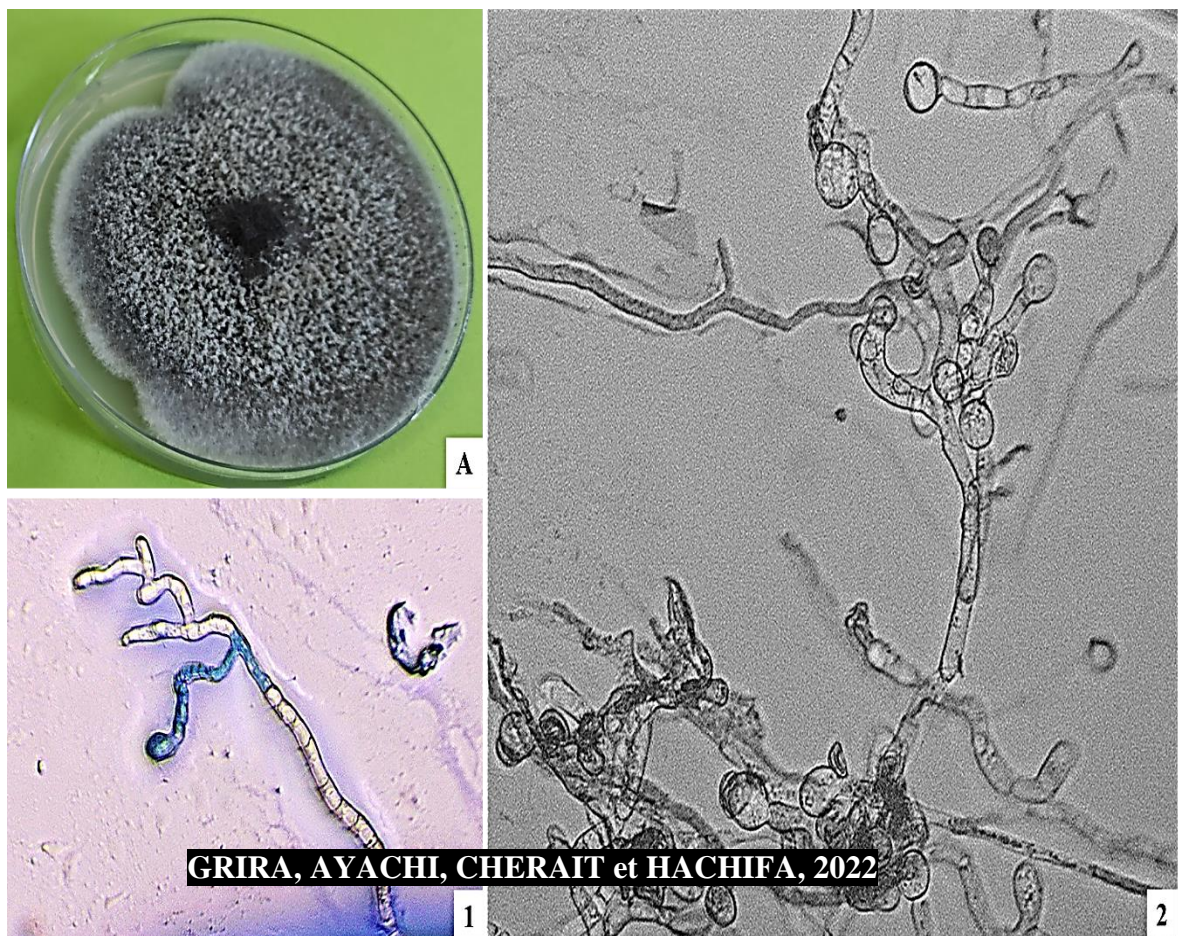


Photo 13. Aspect macro et microscopique d'*Alternaria* sp. (Isolat 1) A : Colonie fongique sur PDA A1 : Hyphes A2 : Formation de conidies (Gr × 400)

Le deuxième isolat est similaire de celui au-dessus mais avec une tendance vers la couleur noire dès le début de manifestation de colonies (Photo 16. B). Les hyphes de cette espèce sont dressés (Photo 16. B2) à flexueux et translucides de couleur brune (Photo 14. B1 ; B3 ; B4) tandis que les spores figurent des formes mélanisées et allongées avec trois segments en général (Photo 16. B).

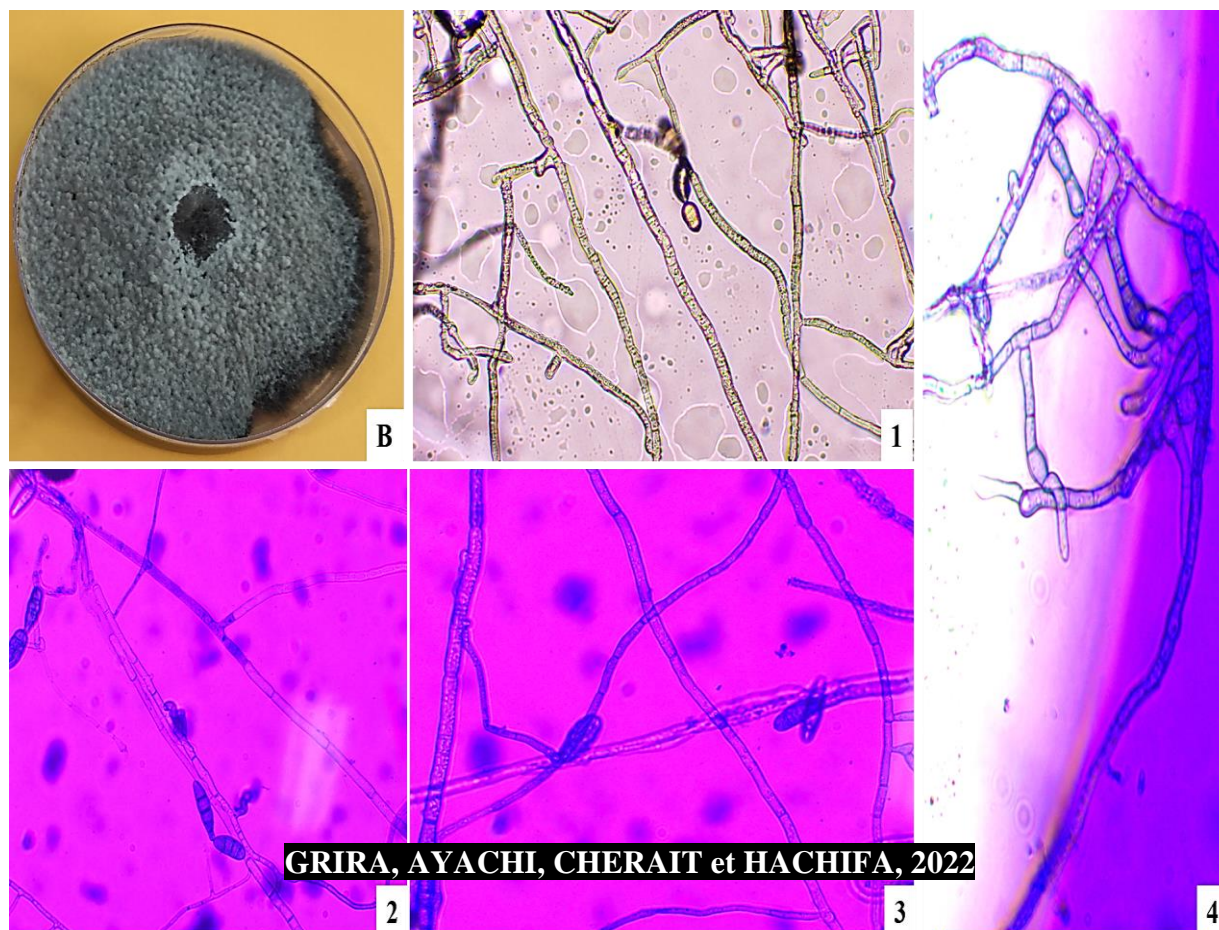


Photo 14. Aspect macro et microscopique d'*Alternaria* sp. (Isolat 2) **B** : Colonie fongique sur PDA **B1 ; B4** : Hyphes cloisonnés **B2 ; B3** : Spores (Gr × 400)

L'aspect microscopique le plus particulier d'*Alternaria* sp. (Isolat 3) révèle une colonie de couleur verte olive qui devient noir avec le temps (Photo 17. C). Par conséquent, les hyphes et les spores sont fortement mélanisées et cloisonnés (Photo 17. C1 ; C2). Les conidies sont piriformes dotés d'une partie basale arrondie qui se rétrécit progressivement en un bec terminal (Photo 17. C3 ; C4). Elles sont solitaires ou arrangées en chaînes (Photo 17. C4 ; C5)

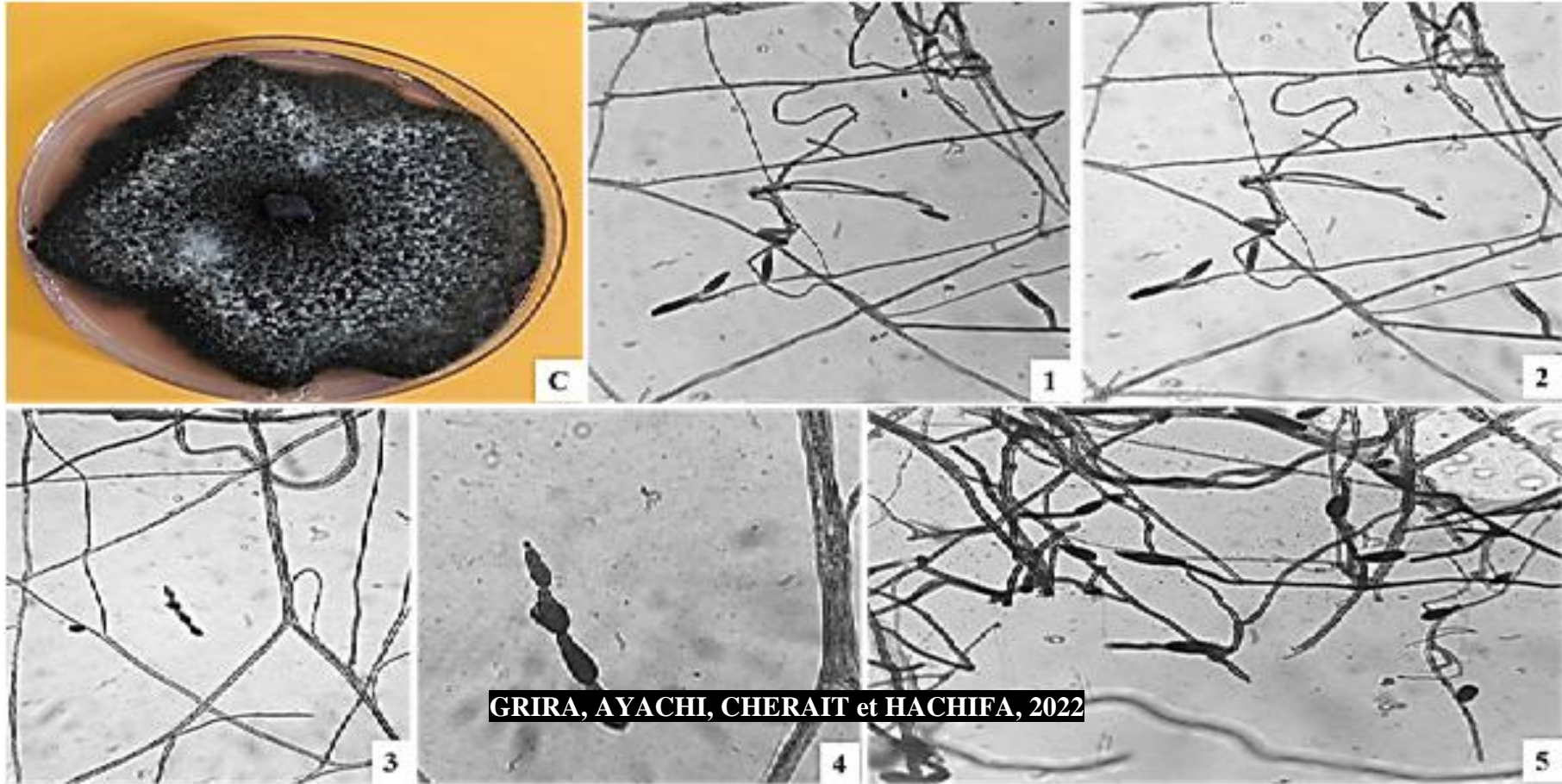


Photo 19. Aspect macro et microscopique d'*Alternaria* sp. (Isolat 3) A : Colonie fongique sur PDA A1 ; A2 : Hyphes et conidies A3 ; A4 : Conidies

(Gr × 400)

➤ *Cladosporium* sp. Link (1815) : Moisissure des feuilles

Division : Ascomycètes

Classe : Dothideomycètes

Sous classe : Dothideomycetidae

Ordre : Capnodiales

Famille : Cladosporiaceae

Ce microorganisme dévoile une texture veloutée de couleur verte olive (Photo 20. A). La morphologie microscopique démontre des hyphes cloisonnés avec des conidiophores légèrement flexueux (Photo 20. A1 ; A2 ; A3). Les conidies sont abondantes et lisses (Photo 16. A2). Elles sont solitaires désarticulées, uni ou pluricellulaires, de plusieurs formes avec des longueurs variables dont certaines sont en forme de citron (Photo 20. A4 ; A5).

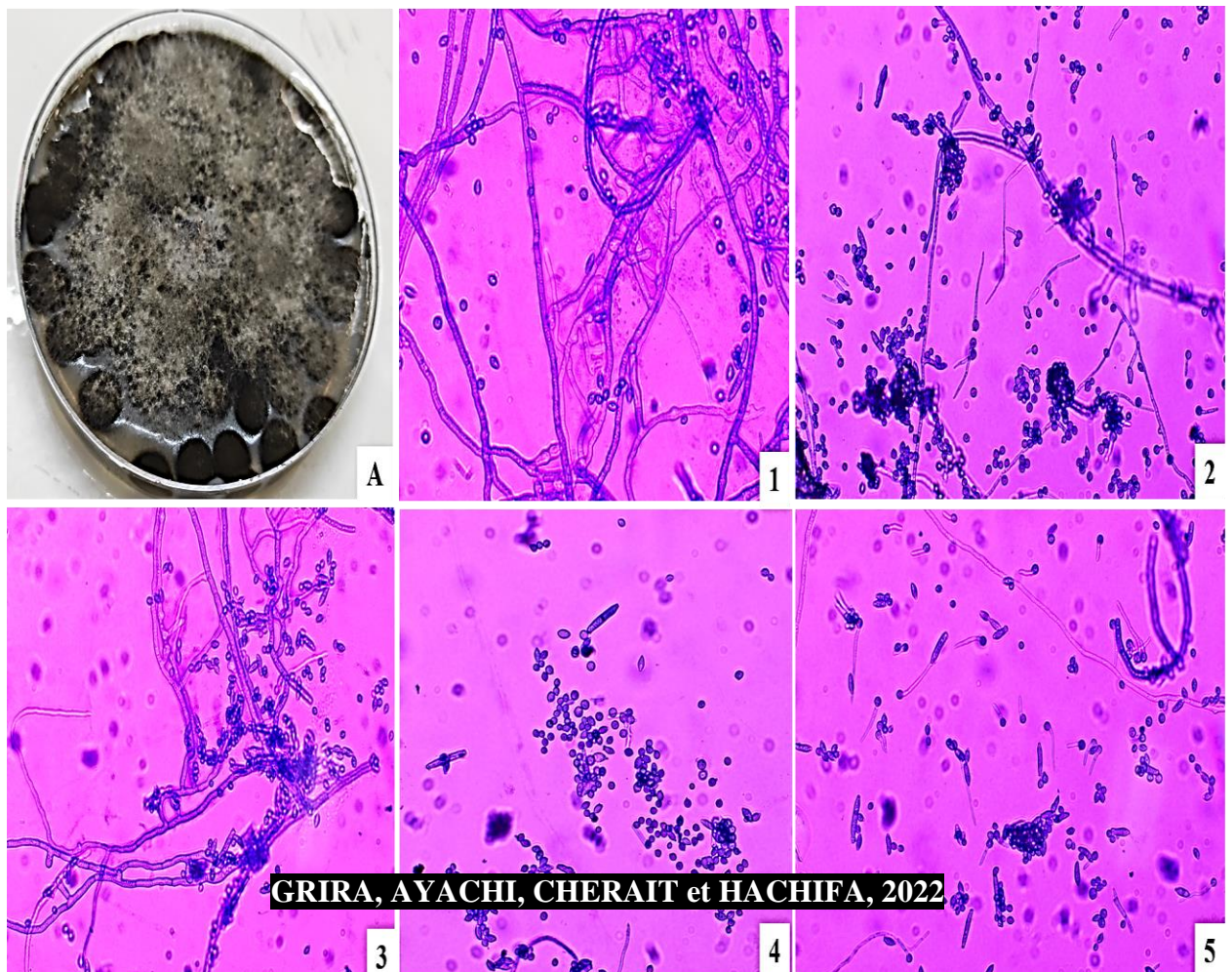


Photo 16. Aspect macro et microscopique de *Cladosporium* sp. C : Colonie fongique sur PDA C1 ; C4 : Hyphes cloisonnés C2 ; C3 : Spores (Gr × 400)

➤ ***Botrytis cinerea* Persoon (1794) : Pourriture grise**

Division : Ascomycètes

Classe : Leotiomycètes

Sous classe : Leotiomycetidae

Ordre : Helotiales

Famille : Sclerotiniaceae

La colonie de *Botrytis cinerea* est de couleur brunâtre à grisâtre ayant un développement rasé sur toute la boîte (Photo 17. A). Dans certaines conditions de son développement, le champignon produit des petits sclérotés (Photo 17. A1). Les Hyphes de cette espèce sont épais, mélanisés et cloisonnés avec des longs conidiophores dressés et ramifiés (Photo 17. A2 ; A3). Quant aux spores sont présentées en des regroupements très clairement ovoïdes (Photo 17. A4 ; A5).

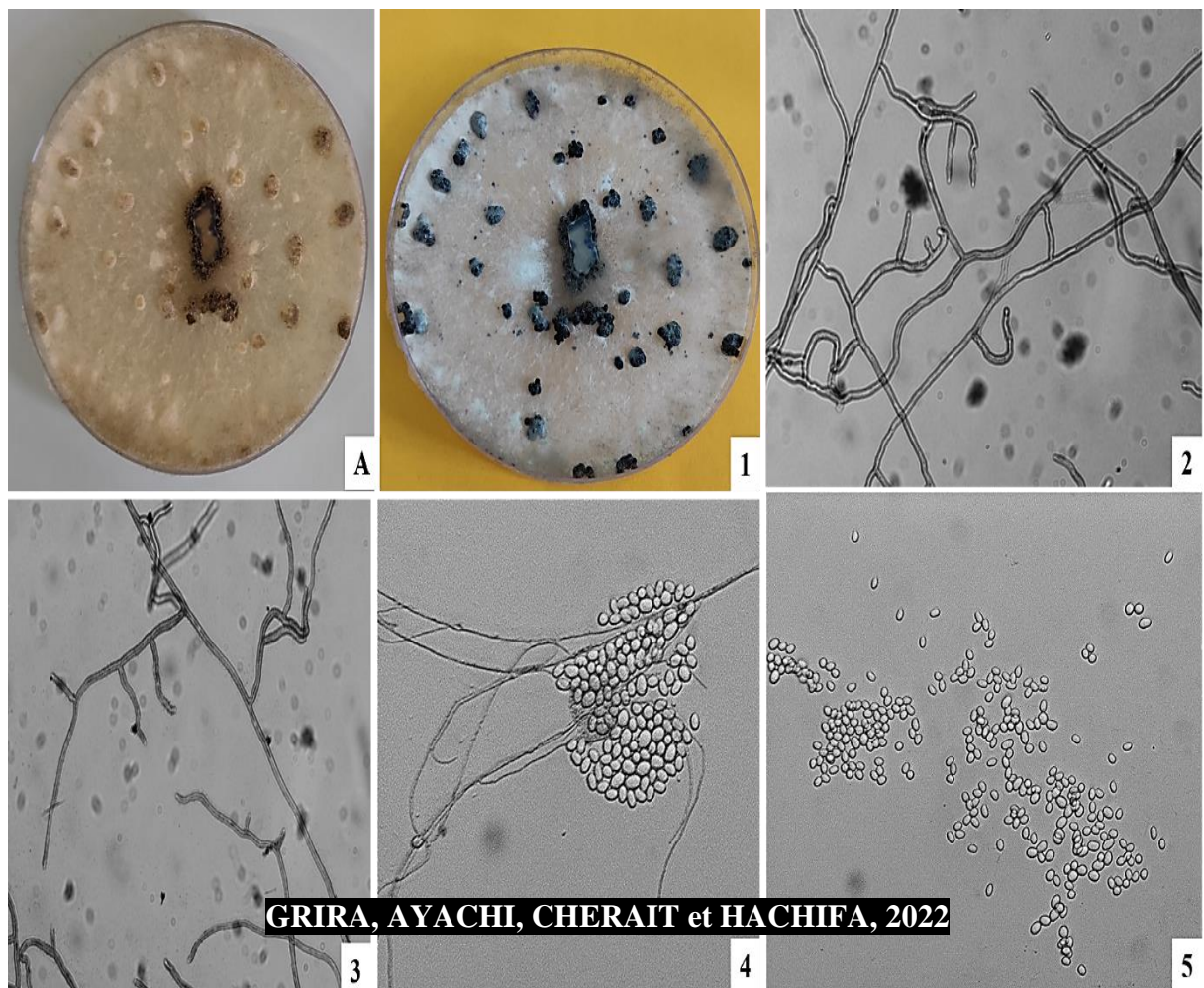


Photo 17. Aspect macro et microscopique de *Botrytis cinerea* A, A1 : Colonie fongique sur PDA A2 ; A3 : Hyphes cloisonnés A4 ; A5 : Spores (Gr × 400)

III.1.2.2.- Champignons non contaminants

Ce groupe est divisé en deux catégories de champignons : symbiotes (ceux qui développent avec les plantes une relation mutualiste facultative) et saprophytes (ceux qui constituent une attaque secondaire sur tissus végétatifs ou associés à l'environnement de la plante).

III.1.2.2.1.-Microorganismes symbiotes

Ces champignons confèrent des bénéfices trophiques et non trophiques aux végétaux. L'étude a permis d'isoler deux isolats qui appartiennent au genre de *Trichoderma*. Comme elles sont ubiquistes (KUBICEK et al., 2008), Les espèces ont une forte aptitude à être saprophytes (BLASZCZYK et al., 2011) ou endophytes hébergeant les tissus vivants de la plante telle est le cas de notre travail (HOYOS-CARVAJAL et BISSETT, 2011). Il est à mentionner que ce champignon ne se trouve jamais parasite ou avirulent de plante (SAMUELS, 2006 ; GUPTA et al., 2014).

➤ *Trichoderma* spp.

Division : Ascomycètes

Classe : Sordariomycetes

Sous classe : Hypocreomycetidae

Ordre : Hypocreales

Famille : Hypocreaceae

La culture de *Trichoderma* donne naissance à un mycélium blanc qui se vire rapidement vers le vert (Photo 22. A). elle est de texture floconneuse à poudreuse feutrée correspondant à la conidiogénèse. L'observation sous le microscope montre des hyphes minces, longs et cloisonnés (Photo 22. A1). Les microspores sont abondantes, petites et unicellulaires qui peuvent s'accrocher en chaîne (Photo 22. A2) tandis que les macrospores sont assez visibles, ovoïdes et abondantes (Photo 22 . A3).

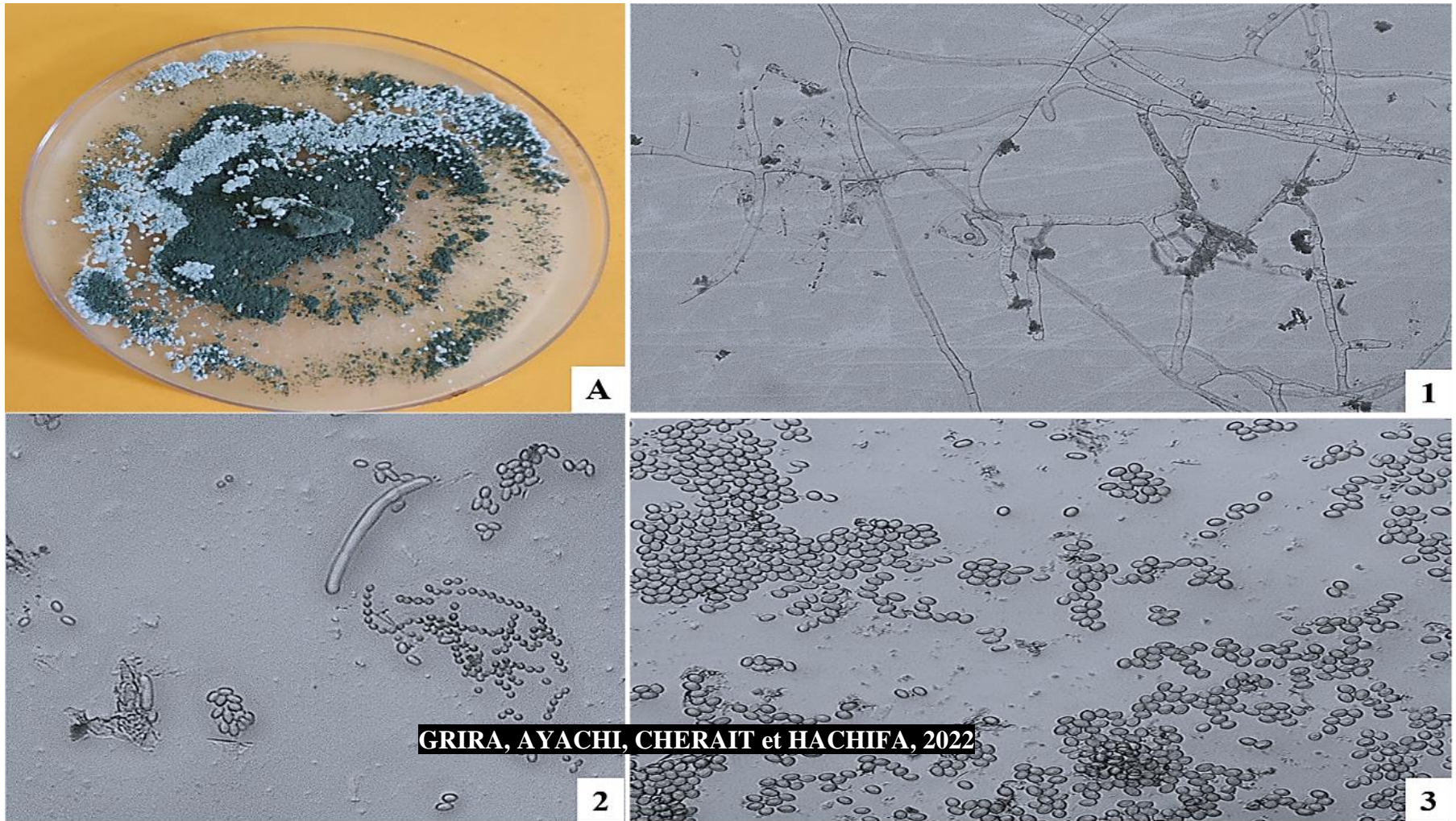


Photo 18. Aspect macro et microscopique de *Trichoderma* sp. (Isolat 1) 1A : Colonie fongique sur PDA A1: Hyphes A2 : Microspores A3 : Macrospores (Gr × 400)

D'autre isolat de *Trichodermasp.* ayant les mêmes caractères cultureux du champignon sur PDA (Photo 19. B). Néanmoins, les hyphes sont plus épais, longs et cloisonnés (Photo 19. B1, A4) et les macrospores sont moins de taille et ovoïdes (Photo 19. B3). Les conidiophores sont visibles et ramifiés dont quelconques maintiennent déjà des amas de spores (Photo 19. B1).

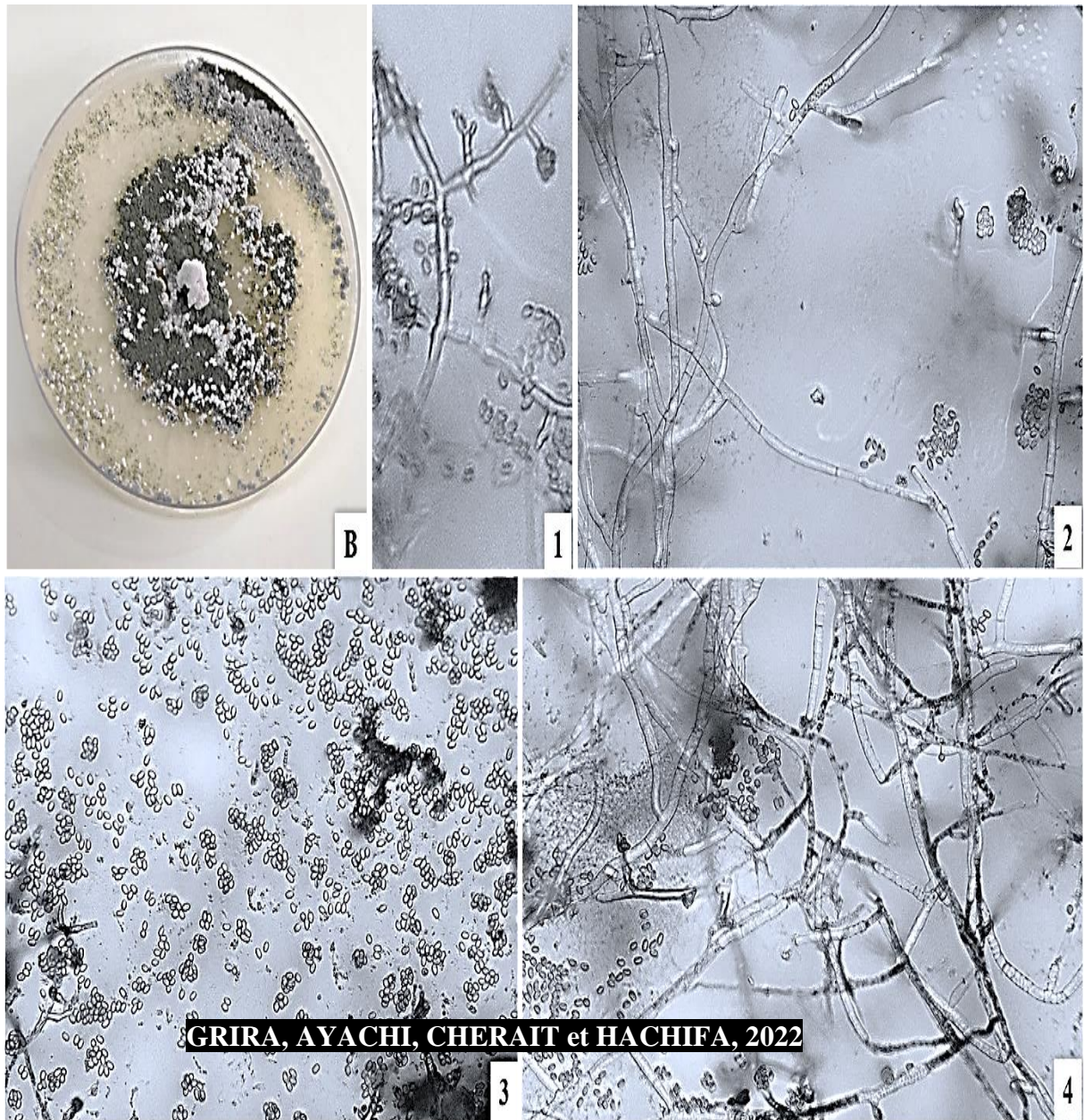


Photo 19. Aspect macro et microscopique de *Trichoderma* sp. (Isolat 2) **B** : Colonie fongique sur PDA **B1**: Conidiophores **B2** ; **B4** :Hyphes **B3** : Macrospores (Gr × 400)

III.1.2.2.2.-Microorganismes saprophytes

Ceux-ci sont les champignons qui se nourrissent à la matière organique morte et se présentent en inoculum secondaires.

➤ ***Penicillium* sp. Link (1809) : pourriture à *Penicillium***

Division : Ascomycètes

Classe : Eurotiomycètes

Sous classe : Eurotiomycetidae

Ordre : Eurotiales

Famille : Trichocomaceae

Genre : Penicillium

Cette espèce s'est montrée en deux isolats différents. L'observation macroscopique du premier *Penicillium* présente une colonie de couleur verte bleuâtre foncé d'un aspect daim (Photo 22. A). L'espèce a un mycélium de croissance aisée avec des hyphes septés (Photo 22. A1). Des structures ressemblant aux pénicilles portant des phialides et conidiophores épais et courts (Photo 22. A1 ; A2). Quant aux spores sont sphériques à ovoïdes, solitaires (Photo 22. A2) ou en chaînes (Photo 22. A3).

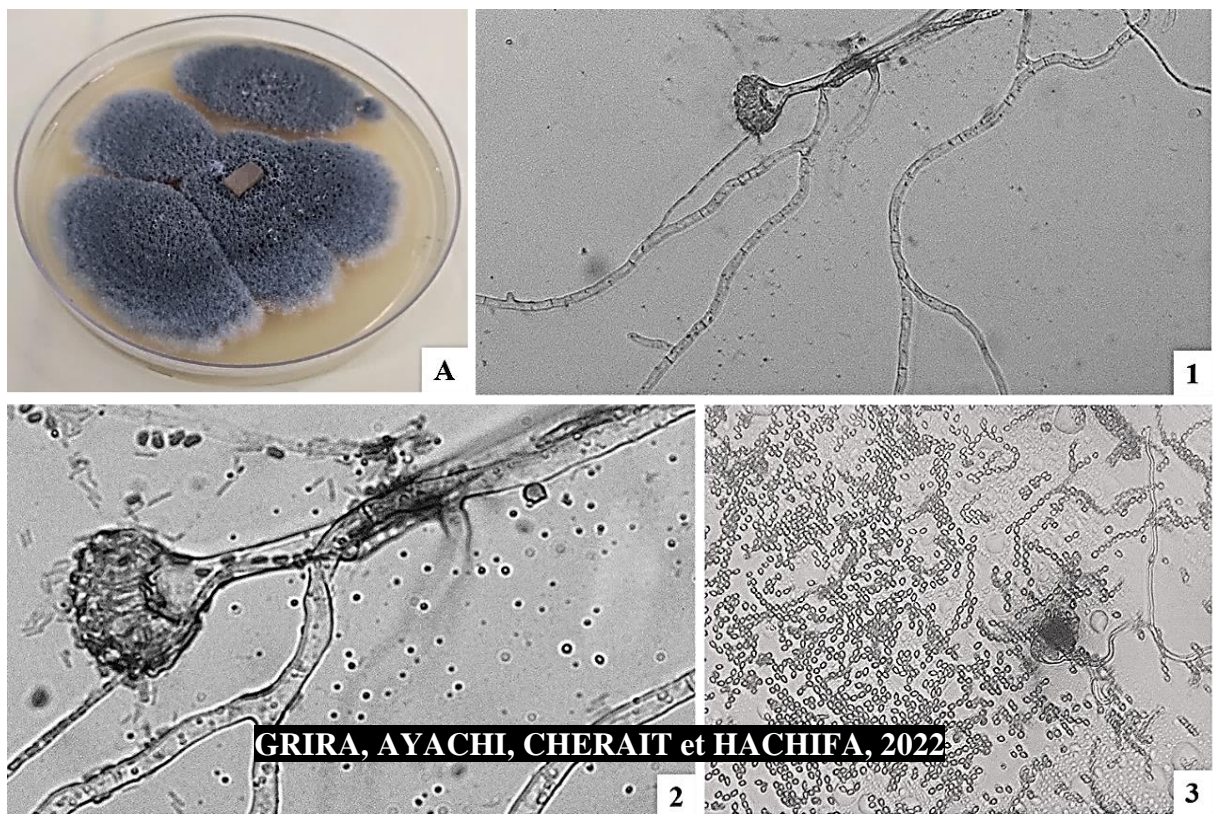


Photo 20. Aspect macro et microscopique de *Penicillium* sp. (Isolat 1) ; **A** : Colonie fongique formée sur PDA **A1**: Hyphe **A2**: Conidiophore branché aux phialides en pénicilles **A3** : Spores (Gr × 400)

En ce qui concerne l'autre isolat, la culture est de couleur brune verdâtre à pale (Photo 23. A). Les conidiophores sont hyalins, dressés et également ramifiés en pénicilles (Photo 23. A2). Cependant, ils portent des longues phialides verticillées, par rapport à celles du premier isolat, avec des pointes brusquement effilées. Les conidies sont regroupées sur chaque phialide (Photo 23. A2) où elles sont hyalines et ellipsoïdales ou ovale en masse (Photo 23. A1).

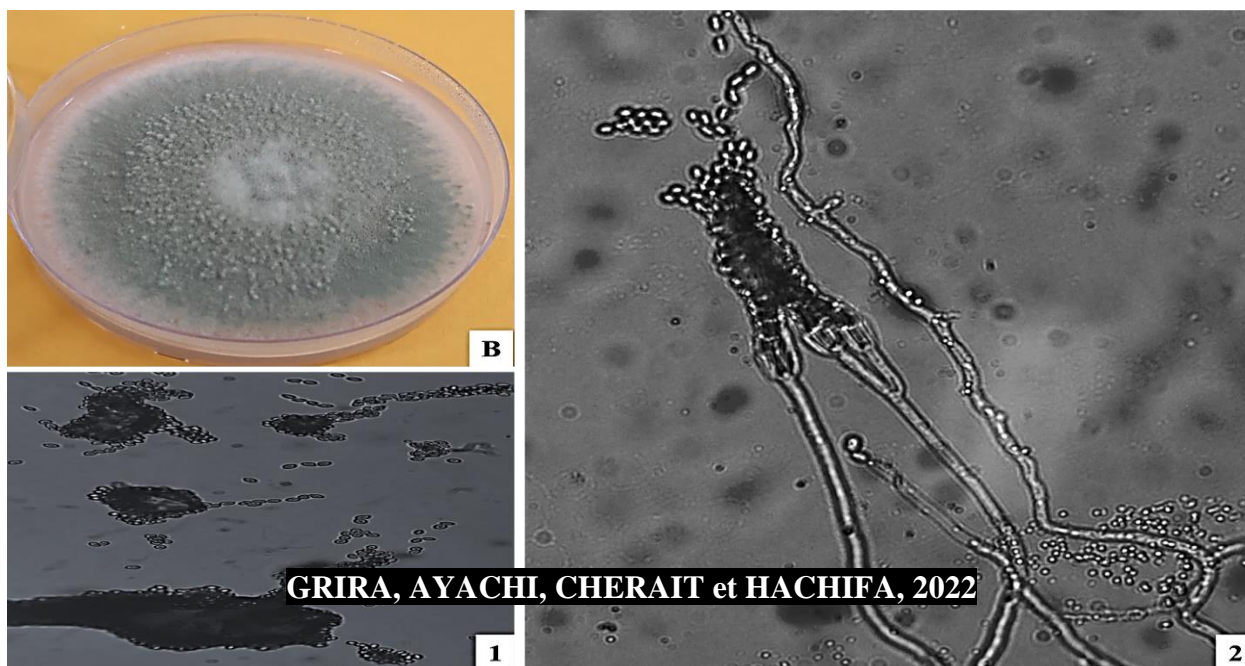


Photo 21. Aspect macro et microscopique de *Penicillium* sp. (Isolat 2) **B** : Colonie fongique formée sur PDA **B1**: Spores **B2** :Longs phialides branchés surconidiophores en pénicilles (Gr \times 400)

➤ ***Aspergillus niger* Van Tieghem (1867) : pourritures à *Aspergillus***

Division : Ascomycètes

Classe : Eurotiomycètes

Sous classe : Eurotiomycetidae

Ordre : Eurotiales

Famille : Trichocomaceae

A. niger produit des colonies de couleur noire et texture granuleuse (Photo 24. A). Une tête aspergillaire globuleuse portant les phialides se présente sous le microscope, sur laquelle les spores se fructifient de manière très abondante (Photo 24. A1). Les spores sont sphériques et petites (Photo 24. A2 ; A3).

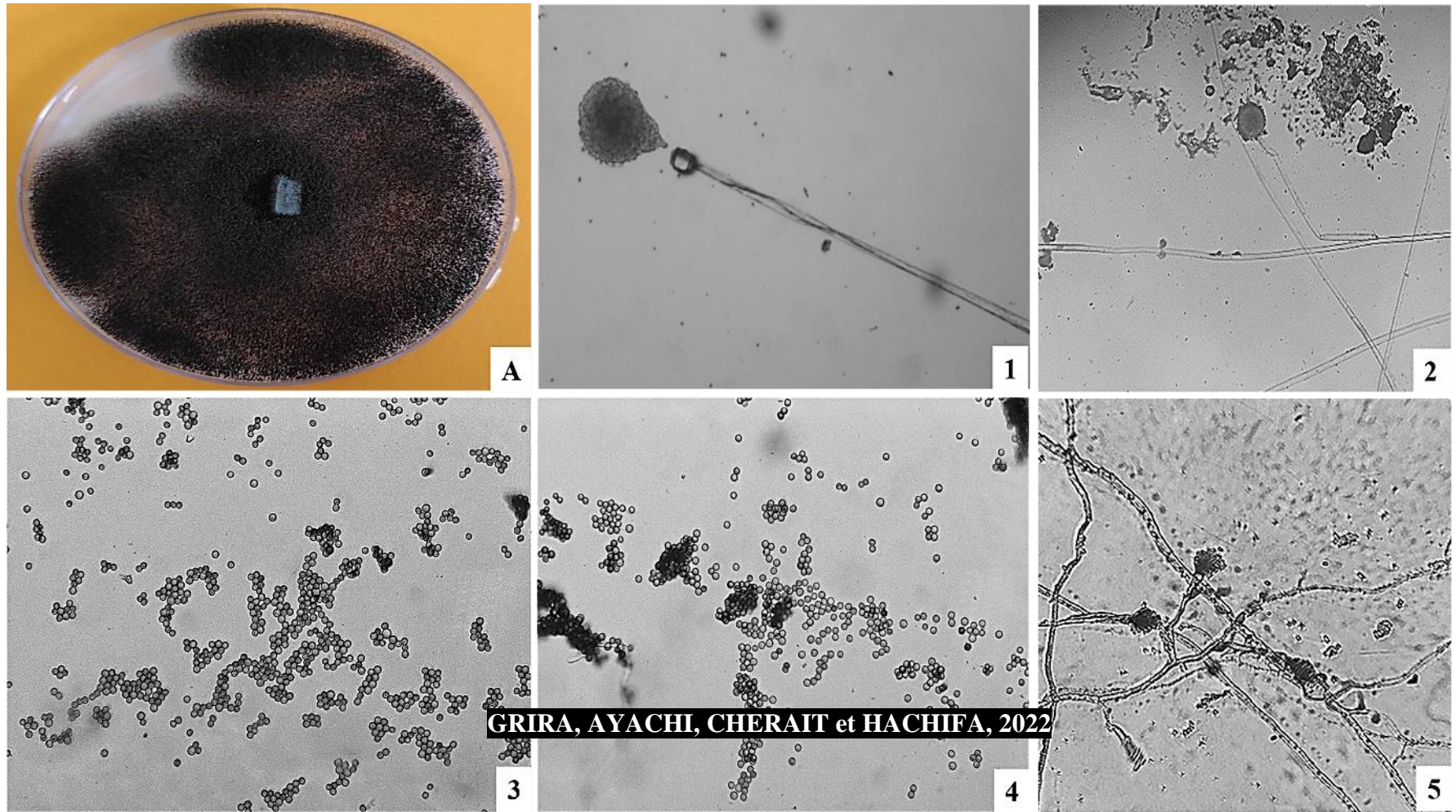


Photo 22. Aspect macro et microscopique d'*A. niger* **A** : Colonie fongique formée sur PDA **A1** : Conidies **A2** ; **A3** : Tête aspergillaire (Gr× 400)

➤ ***Mucor* sp. Fresen. (1850) : pourriture molle à *Mucor***

Division : Zygomycètes

Classe : Mucoromycotina

Sous classe : Incertaesedis

Ordre : Mucorales

Famille : Mucoraceae

Genre : Mucor

L'examen visuel sur milieu PDA montre une colonie rasée de couleur brunâtre et de texture lâche qui semble se disperser facilement dans l'air avec une croissance rapidement envahissante (Photo 23. A ; A1). La première culture de *Mucor* s'est révélée sur PDA au fur et à mesure suite à l'opération récurrente de purification. L'espèce n'a montré aucune structures microscopiques à cause d'une sporulation figée. Sauf que, les caractères macroscopiques du champignon conviennent à ceux d'une espèce mucorale qui se diffère complètement de celle décrite au-dessous.

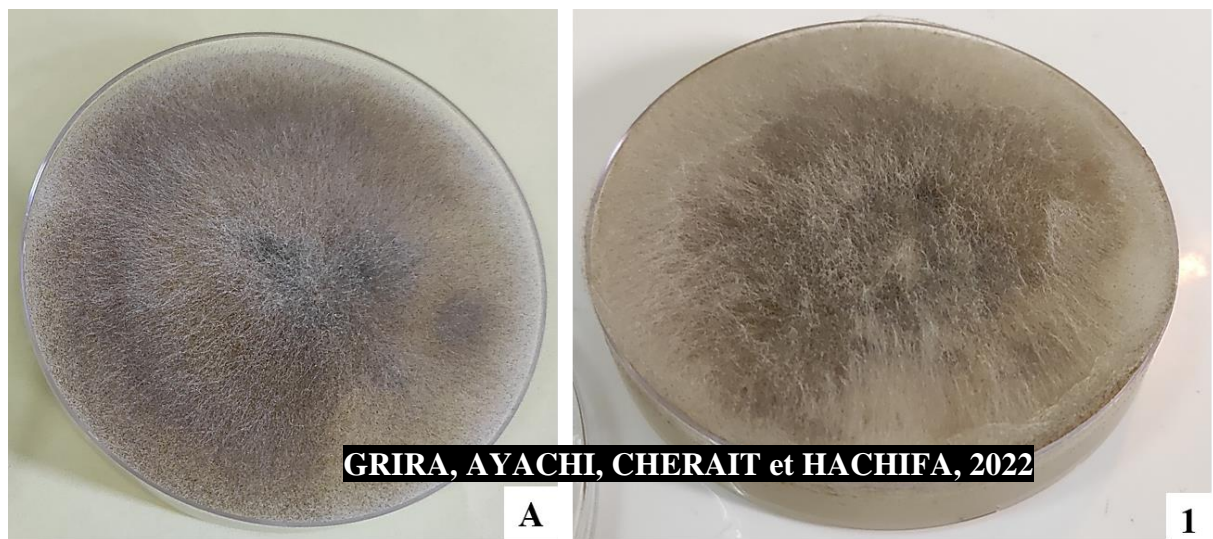
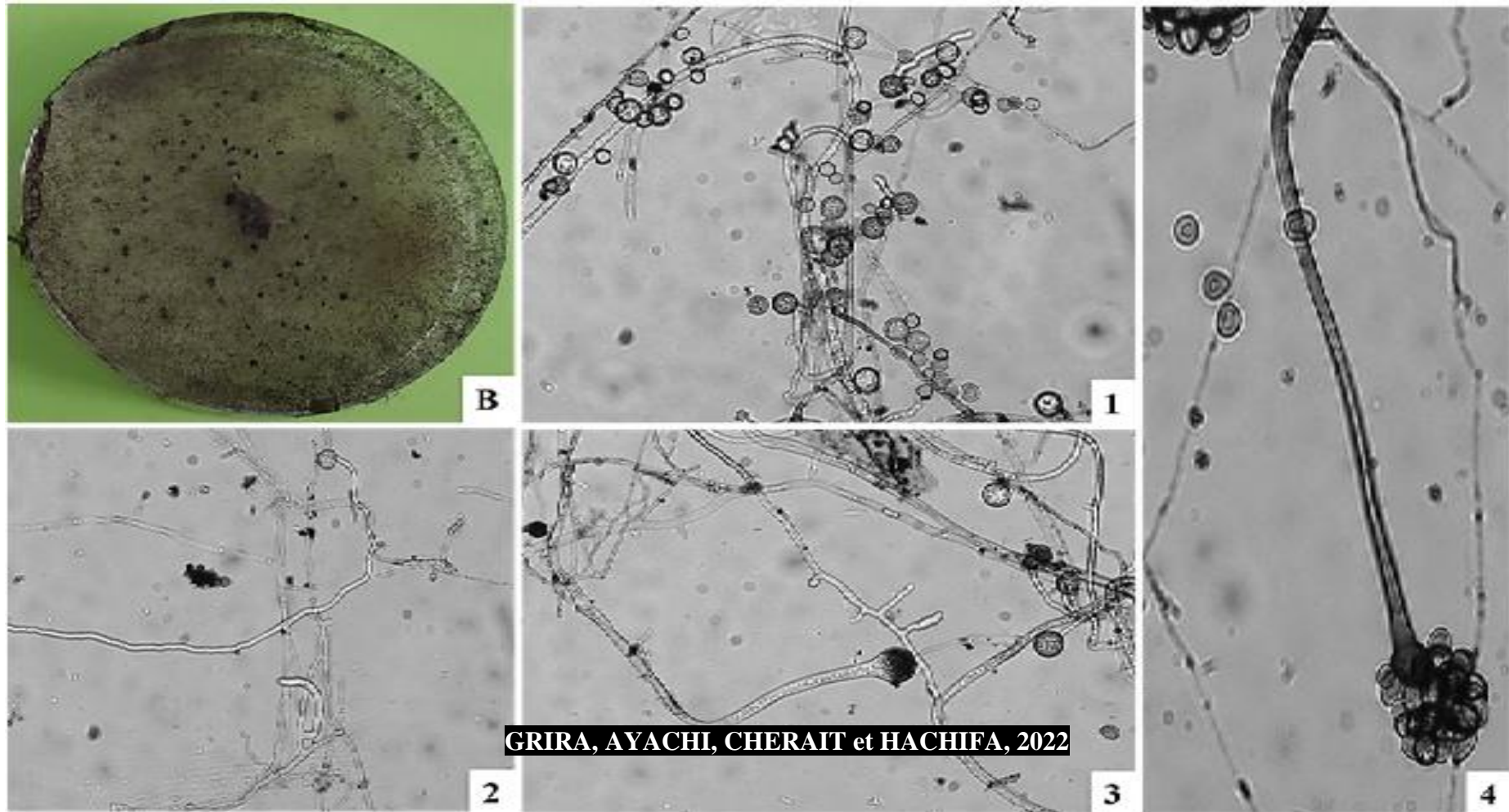


Photo 23. Aspect macroscopique de *Mucor* sp. (Isolat 1)

L'observation macroscopique de deuxième espèce mucorale dévoile un mycélium très rasé de couleur grise noirâtre et de texture lâche envahissante de croissance très rapide (Photo24. B). Les hyphes sont siphonnés (non cloisonnés) et mélanisés (Photo24. B1, B2 et B3). Cette espèce produit des sporanges qui renferment tout autour de plusieurs sporangiospores subglobuleuses et grandes à parois lisses (Photo24. B4). Ceux-ci sont portés par des long sporangiophores pigmentées en sorte de branches parfois recourbées (Photo24. B4) sur lesquels les columelles, obovoïdes à ellipsoïdales, se rétrécissant progressivement de la base vers l'apex (Photo24. B3).



GRIRA, AYACHI, CHERAIT et HACHIFA, 2022

Photo 24. Aspect macro et microscopique de *Mucor* sp. (Isolat 2) **B** : Colonie fongique formée sur PDA **B1** :Sporangiospores **B2** :Hyphes **B3** : Columelle **B4** : Sporange et sporangiophore (Gr × 400)

III.2.- Discussion

Etant donné la forte pression des ennemis de la tomate est de plus en vue, la plante est l'une de cultures les plus exigeantes en produits synthétiques. Cette situation a aggravé l'état phytosanitaire des plantes car plusieurs bio-agresseurs ont développé une résistance envers les traitements chimiques. Dans la région d'El-Magrène (Oued Souf), les champignons ont une diversité importante sur tomate dans différents sites agricoles de la commune en dépit du système de production adopté (sous serre ou en plein champs) et la variété cultivée.

Le présent travail a permis d'identifier quelques espèces fongiques associées à différentes variétés (Salimah, Farida, Petra et Timgad). 16 différents isolats appartenant à dix espèces cryptogamiques ont été obtenus via le processus de purification successif. Sur le plan écologique, les champignons isolés sont de différentes propriétés à savoir : phytopathogènes, saprophytes et symbiotes. En réalité, cette diversité est fortement liée aux conditions dans lesquelles la tomate se croître qui sont jugées parfaites pour la reproduction des microorganismes.

La plupart des espèces sont des contaminants de tissus vivant où ils engendrent des graves répercussions sur la culture. Dix isolats parasites sont les agents causaux des maladies fongiques sur la tomate dont deux sont telluriques à savoir : *Rhizoctonia* sp. et *S. sclerotiorum*. Ces espèces conservent leurs sclérotés dans le sol et les débris de végétaux pour survivre les conditions extrêmes du milieu cultivé (KADRI et al., 2014). Par conséquent, lorsqu'il un hôte se dispose à nouveau, les champignons mentionnés relancent l'attaque parasitaire. A un stade développé de la maladie, les deux espèces induisent des tâches jaunâtres à noirâtres sur toutes les parties aériennes où le feuillage se flétrit et les fruits avec la plante finit par pourrir entièrement (BLANCARD, 2012). Nos résultats sont en conformité avec ceux de MIDOUNE (2014) qui a réussi d'isoler quatre isolats de *Rhizoctonia* sur solanacée (pomme de terre).

De plus, l'étude a dévoilé la présence de deux autres champignons vasculaires appartenant à la même espèce : *F. oxysporum*. Ces isolats se transmettent via les tissus conducteurs de la tomate afin d'induire des symptômes graves sur tous les organes du végétal. *Fusarium* spp. sont responsables de flétrissements du végétal par leur envahissement des vaisseaux du xylème (KENNETH, 2014). Les agents phytopathogènes en question peuvent même persister dans le sol, les débris ou même dans les graines des végétaux sous forme de chlamydospores (LESLIE et SUMMERELL, 2006). De la sorte, SAIGHI et BEN HAMDI (2020) ont noté que *F. oxysporum* représente le champignon le plus fréquent de la pomme de terre cultivée à Oued Souf.

Outre, les microorganismes aériens sont fortement répandus sur la tomate. En fait, cinq agents phytopathogènes pouvant infecter les tissus foliaires, caulinaires ou même ceux de fruits. Il s'agit de *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* sp. et trois espèces différentes d'*Alternaria*.

Le premier champignon, *Botrytis cinerea*, est l'agent responsable à la pourriture grise de la tomate (HMOUNI et al., 2003), maladie très répandue dans pratiquement toutes les zones de production de la tomate (BLANCARD, 2012). Il est important de rappeler que cette maladie est également déclarée auprès les agriculteurs cultivateurs de la tomate à Oued Souf. Ce désordre phytopathologique a été mentionné dans les travaux de BOUDISSA et DOUYEM (2021), effectué dans la même région et sur la même culture, avec les symptômes indiqués mais encore sans approfondissement microscopique.

En ce qui concerne le cas de *Cladosporium* sp., appelé aussi *Passalora fulva*, c'est l'agent causal de la moisissure olive sur parties aériennes de la plante où il cause des taches jaunâtres et chlorotiques. Il est très spécifique à la tomate où il est mondialement répandu en particulier là où les températures soient élevées et la végétation soit dense (DECLERT, 1990). Le présent agent a été déclaré dans les travaux de BENLAMOUDI (2016) et BENLAMOUDI (2021) sur la même culture en question menée à Oued Righ, région connue pour son caractère agro-climatiques peu similaires à ceux d'Oued Souf.

Outre, les espèces d'*Alternaria* engendrent les brûlures alternariennes, l'une des maladies les plus fréquentes et répandues dans le monde. La maladie se caractérise par des tâches arrondies, et anguleuses sur feuilles et tiges (TABUC, 2007). Nos résultats sont en conformité avec ceux obtenus par SAIGHI et BEN HAMDI (2020) qui ont également répertoriés deux espèces d'*Alternaria* sur la pomme de terre à Oued Souf.

D'autre part, les saprophytes qui tirent profit de la matière morte (débris végétaux, tissus préalablement attaqués, sol...etc) ou qu'ils se trouvent associés à l'environnement de la plante sont largement exprimés dans la présente étude. Il s'agit d'*A. niger*, deux espèces de *Penicillium* sp. et deux appartenant à *Mucor* sp. Les champignons mentionnés ne peuvent induire des pourritures de tissus qu'après la présence d'un inoculum parasite primaire. Généralement, les attaques dues aux trois genres fongiques sont insignifiants. Nos résultats rejoignent ceux de DEKKOUMI (2016) et OUARGLI (2017) qui ont également listé *A. niger* et *Penicillium* en tant que saprophytes de tomate cultivée à Oued Righ. Alors que l'espèce *Mucor* est listée auparavant chez les travaux de KWON et HONG (2005) sur tomate.

Par ailleurs, il est opportun de signaler la présence de deux isolats de *Trichoderma*. Ces espèces sont dotées de propriétés de lutte biologique très efficaces (GUPTA et *al.*, 2014). Les résultats de BENLAMOUDI (2016) et LAKHDARI et *al.* (2017) sont en accord avec nos résultats dont les auteurs ont été les premiers à signalé *Trichoderma* dans le sud Algérien.

En sommes, il est impératif de mentionner que cette biodiversité en composantes fongiques évoque toutes les notions de la lutte intégrée. En réalité, la bonne gestion du programme de lutte a pour origine la nécessité de faire accorder la lutte chimique raisonnée à d'autres moyens de lutte culturale

Conclusion
et Perspectives

Conclusion et Perspectives

La tomate à Oued Souf est exposée à différents agents cryptogamiques interprétant l'état phytosanitaire de la solanacée à ladite région. Il s'avère que l'application massive et récurrentes des fongicides chimiques sur les différents sites d'échantillonnage ne limite jamais l'attaque parasitaire car certains désordres phytopathologiques de plantes peuvent développer une résistance vis-à-vis les produits de synthèse.

L'étude a fait l'objet de caractériser la diversité mycoflorale associée à quatre variétés (Salimah, Farida, Petra et Timgad) qui sont conduites sous serre ou en plein champs, situant dans la région saharienne d'EL-Magrène.

La dite culture présente un total de 16 isolats fongiques qui se trouvent associés à différents tissus de tomate (racine, collet, tige, feuille, fruit). Selon la propriété écologique de microorganismes, l'isolement sur un milieu PDA a identifié neuf champignons phytopathogènes (parasites), opportunistes confrontant la culture, cinq saprophytes et deux symbiotes bénéfiques cohabitant les tissus végétatifs. Ils appartiennent tous à deux grandes divisions de champignons à savoir : *Ascomycètes* et *Zygomycètes*.

En générale, plus que la moitié des espèces cryptogamiques isolées sont des parasites à savoir : *F. oxysporum*, *S. sclerotiorum*, *Rhizoctonia* sp., *Alternaria* spp., *Cladosporium* sp. et *B. cinerea*. Ceux-ci reflètent l'état phytosanitaire réel de la culture. Quant aux saprophytes recensés, ils se présentent dans *A. niger*, *Penicillium* sp. et *Mucor* sp. En troisième position, il existe deux isolats qui viennent du genre de *Trichoderma*, espèces connues pour leur pouvoir antagoniste.

D'après les résultats obtenus, la recherche d'une méthode efficace de lutte contre les champignons phytopathogènes devient donc une nécessité. Dans le même contexte, il serait prometteur d'examiner la flore fongique de la culture de la tomate dans la même localité (Oued Souf) et sur différentes variétés en visant davantage :

- Vérification de la mycoflore associée aux semences d'emballage ;
- Confirmation des espèces obtenues par une approche moléculaire ;
- Envisagement d'une méthode de lutte adéquate et sûre.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **AGRIOS G., 2005.** Plant Pathology. 5th Edition. Academic Press, 952 p.
2. **AI-ASKAR A. A., GHONEEM K.M., RASHAD Y. M., ABDULKHAIR W. M., HAFEZ E. E., SHABANA Y. M. et BAKA Z. A., 2014.** Occurrence and distribution of tomato seed-borne mycoflora in Saudi Arabia and its correlation with the climatic variables. *Microbial Biotechnology*, 7(6) : 556-569.
3. **BENLAMOUDI W., 2016.** Essai de lutte biologique in vitro contre quelques maladies fongiques de la tomate dans la région d'Oued Righ par l'utilisation de souches autochtones de *Trichoderma harzianum* Persoon (1794). Univ, Ouargla. 79p.
4. **BENLAMOUDI W., 2021.** Isolement et identification de quelques agents responsables des maladies fongiques de la tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) dans la région d'Oued Righ et essais de lutte biologique (In Vitro et In Vivo) en utilisant *Trichoderma asperellum* contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Thèse doctorat. Univ. Ouargla, 153 p.
5. **BLANCARD D., 2012.** Tomato Diseases. 2nd edition. Elsevier, 680p.
6. **BLASZCZYK L., POPIEL D., CHELKOWSKI J., KOCZYK G., SAMUELS G. J., SOBIERALSKI K. et SIWULSKI M., 2011.** Species diversity of *Trichoderma* in Poland. *Journal of Applied Genetics*, 52 : 233-243.
7. **BOUDISSA I. et DOUYEM H., 2020.** Enquête sur les ravageurs et maladies de la tomate dans la région d'EL-Oued. Mémoire Master, Univ. EL-Oued, 67p.
8. **CAMPBELL C.K., JOHNSON E.M. et WARNOCK D.W., 2013.** Identification of pathogenic fungi. 2nd Edition. Health Protection Agency, 337p.
9. **DECLERT C., 1990.** Manuel de la phytopathologie maraichère tropicale, Cultures de Côte-d'Ivoire. Éditions de l'ORSTOM. Paris, 332 p.
10. **DEKKOUMI B., 2016.** Lutte biologique contre les maladies fongiques de la tomate par l'utilisation des extraits des plantes spontanées de la région d'El Meghair. Mémoire Master. Univ. Ghardaïa, 70p.
11. **GUPTA V., SCHMOLL M., HERRERA-ESTRELLA A., DR. UPADHYAY R.S., DRUZHININA I. et TUOHY M., 2014.** Biotechnology and Biology of *Trichoderma*. 1st Edition. Elsevier, 650p.
12. **HMOUNI A., OIHABI L., BADOUC A., DOUIRA A., 2003.** Etude de la résistance de *Botrytis cinerea* aux benzimidazoles, dicarboximides et dithiocarbamates dans les cultures abritées de tomate de la région du Gharb (Maroc). *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 142 : 79-100.

13. **HOYOS-CARVAJAL L. et BISSETT J., 2011.** Biodiversity of *Trichoderma* in Neotropics. The Dynamical Processes of Biodiversity: Case Studies of Evolution and Spatial Distribution. Oscar Grillo, InTech, 366p.
14. **ITCMI, 2015.** Guide pratique : la production des plants pour les cultures sous serres. Institut Technique Des Cultures Maraichères et Industrielles, 17p.
15. **KADRI O., OUAZZANI TOUHAMI A., BENKIRANE R. et DOUIRA A., 2014.** Pouvoir pathogène de *Botrytis cinerea* sur *Catharanthus roseus* à différents stades végétatifs. Journal of Applied Biosciences, 76: 6338-6351.
16. **KENNETH W. S., 2014.** Tomato Wilt Problems. Plant Pathology Fact Sheet, University of Kentucky, PPFS-VG-15.
17. **KUBICEK C.P., KOMON-ZELAZOWSKA M. et DRUZHININA I.S., 2008.** Fungal genus *Hypocrea/ Trichoderma* : from barcodes to biodiversity. Journal of Zhejiang University SCIENCE B, 9 (10): 753-763.
18. **KWON J.H. et HONG S.B., 2005.** Soft Rot of Tomato Caused by *Mucor racemosus* in Korea. Mycobiology 33(4): 240-242.
19. **LAKHDARI W., DEHLIZ A., GUEZOUL O., BENLAMOUDI W., MLIK R., HAMMI H., DEKKOUMI B., BENCHENNA M.Y., 2017.** Diagnosis of phytopathogenic fungi of *Lycopersicon esculentum* L. in Oued Righ region (Algerian sahara).SDRP Journal of Plant Science 1 (1): 1-6.
20. **LESLIE J.F. et SUMMERELL B.A., 2006.** The *Fusarium* Laboratory Manual. 1st edition. Blackwell Publishing Professional, 388p.
21. **MIDOUNE A., 2014.** Recherche sur *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, agent du rhizoctone brun de la pomme de terre : caractérisation morphologique, identification des groupes d'anastomose et comportement variétal. Thèse Magister. ENSA, EL-Harrach, 70p.
22. **ONUORAH S. et ORJI M. U., 2015.** Fungi Associated with the spoilage of post-harvest tomato fruits sold in major markets in Awka, Nigeria. Universal Journal of Microbiology Research, 3(2) : 11-16.
23. **OUARGLI D., 2017.** Contribution à la lutte biologique contre les maladies fongiques de la tomate dans la région d'Oued Righ. Univ. Beskra. 83p.
24. **PERVEEN S. et GHAFAR A., 1995.** Seedborne mycoflora of tomato. Pak.J.Bot., 27(1): 201-208.
25. **RAO A. V., YOUNG G. L. RAO L. G., 2018.** Lycopene and tomatoes in human nutrition and health. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, United States of America, 204p.

26. **REKIBI F., 2015.** Analyse compétitive de la filière tomate sous serre : Cas de la Wilaya de Biskra. Thèse Magister. Univ. Beskra. 189p.
27. **RENARD C.M.G.C., CARIS-VEYRAT C, DUFOUR C., LE BOURVELLEC C., 2014.** Le devenir des polyphénols et caroténoïdes dans les fruits et légumes traités thermiquement. *Innovations Agronomiques* 42, 125-137.
28. **RODRIGUES B. B. et KAKDEU. B., 2019.** Post-harvest fungi associated with *Solanum lycopersicum* (Tomato) fruits collected from different markets of Mumbai. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 9(1) : 52-60.
29. **SAIGHI I., BEN HAMDI M., 2020.** Identification et caractérisation des maladies fongiques de pomme de terre et essai de lutte biologique par les extraits végétaux dans la région d'EL-Oued. Mémoire Master en Sciences Agronomiques. Univ. El- OUED, 180 p.
30. **SAMUELS G.J., 2006.** *Trichoderma*: Systematics, the Sexual State, and Ecology. *Phytopathology*, 96 (2) : 195-206.
31. **SCIORTINO J. et CARMEN V., 2017.** Atlas of Clinically Important Fungi. 1st Edition. John Wiley & Sons, Inc., 488p.
32. **SNOUSSI S.A., 2010.** Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, 52p.
33. **SPILLER G. A., 2001.** CRC HANDBOOK of dietary fiber in human nutrition. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, United States of America, 3rd Edition. 709p.
34. **TABUC C., 2007.** Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse Doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse et Univ. De Bucarest, 190 p.
35. **WATANABE T., 2010.** Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. 3rd Edition. Taylor and Francis Group, LLC, 405p.

Sites Internet

1. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
2. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>
3. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/4941/Tomate-Index-maladies-et-ravageurs-de-la-tomate>

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Classement des pays les plus producteurs de tomates fraîches selon les dernières statistiques de 2020

Classe	Pays	Production (tonnes)	Surface cultivée (ha)	Rendement (hg/ ha)
1	Chine	64865807	1111480	583599
2	Inde	20573000	812000	253362
3	Turquie	13204015	181879	725978
4	Etas-Unis	12227402	110439	1107163
5	Egypte	6731220	170862	393957
6	Italie	6247910	99780	626169
7	Iran	5787094	129058	448410
8	Espagne	4312900	55470	777519
9	Mexique	4137342	84926	487170
10	Brésil	3753595	51960	722401
11	Nigeria	3693722	844445	43741
12	Russie	2975588	80765	368425
13	Ukraine	2250300	74900	300441
14	Pakistan	1928508	57838	12737
15	Algérie	1635616	26311	621647

Source : FAO, 2022

Annexe 2 : Statistiques de la filière tomate dans la wilaya d'El Oued de 2012 à 2021

Année	Surface cultivée (ha)	Production (qx)
2012	845	186127
2013	1088	543000
2014	1228	611000
2015	2063	1023000
2016	2520	1785000
2017	3070	2170000
2018	3130	2163000
2019	3397	2398000
2020	3925	2675000
2021	4460	3337389

Source : DSA, El Oued 2022

Annexe 3 : Statistiques de la filière tomate/ commune dans la wilaya d'El Oued en 2020

Commune	Superficie	Production	Rendement
	ha	(qx)	qx/ha
Al-Oued	12.12	7120	587
Robbah	3	2100	700
Oued-Alanda	13	7700	592
Bayada	13	9100	700
Nakhla	5.25	3675	700
Guemar	115.3	65800	571
Kouinine	7.08	4080	576
Reguiba	213.4	151100	708
Hamraia	2.5	1800	720
Taghzout	55.16	31660	574
Debila	174	138800	798
Hassi Abdelkrim	78	61600	790
Hassi Khalifa	346.5	213750	617
Taleb Larbi	40.75	32200	790
Douar El-maa	6.12	4920	804
Sidi Aoun	785	624500	796
Trifaoui	227	139000	612
Magrene	2165	1730500	799
Ben guecha	14.25	10800	758
Ouermes	50.1	28100	561
Ogla	6.25	5125	820
Mih Ouensa	32	18800	588
Total	4,365	3,292,230	754

Source : DSA, El Oued 2022

Annexe 4 : Quelques conditions culturales dans les sites d'études

Stations d'études	Symptômes maladiés et agents biotiques associés	Cultures sous-jacentes	Matières synthétiques appliquées
<p>Station (1) :Ayachi Omar Mohamed</p>	<p>Pourritures notamment celle grise, faiblesse de pouvoir racinaire durant le stade levée Pourritures de fruits et jaunissement des plantes en pleine végétation</p>	<p>Pomme de terre et pois</p>	<p><u>Insecticides utilisés contre la mineuse et la mouche blanche:</u> Néreistoxme, Chlorantraniliprole + Lambda-cyhalothrine,</p> <p><u>Fongicides :</u> Azoxystrobine + Difenoconazole</p> <p><u>Engrais et régulateurs de croissance:</u> Sulfate de Magnésium (16MgO, 33SO₃), Calcium, Nitrate de Potassium(13%N, 46%K) - Acide Gibbérellique (0,5%) et Phenothiol (1%)</p>
<p>Station (2) :Hchifa Mourad</p>	<p>Pourritures, prolifération des aleurodes de serres (mouche blanche) ; la mineuse de la tomate (Tuta absoluta) ; acariens</p>		<p><u>Insecticides utilisés contre la mineuse et la mouche blanche:</u> Chlorantraniliprole + Lambda-cyhalothrine, Chlorantraniliprole+ Thiamethoxam, Néreistoxme</p> <p><u>Fongicides :</u> Azoxystrobine + Difenoconazole (mildiou, l'antracnose, l'oïdium, l'alteranriose) , Iprodione (Pourriture grise)</p>
<p>Station (3) :Ayachi Omar Lazhar</p>	<p>Prolifération des aleurodes de serres (mouche blanche) ; acariens, jaunissement</p>	<p>Pomme de terre et arachides</p>	<p><u>Insecticides utilisés contre la mineuse, la mouche blanche et les acariens:</u> Chlorantraniliprole + Lambda-cyhalothrine Spiromesifen</p>

			<p><u>Fongicides :</u> Boscalid + Pyraclostrobine(Oïdium) Iprodione (Pourriture grise)</p>
			<p><u>Insecticides utilisés contre la mineuse et la mouche blanche:</u> Chlorantraniliprole + Lambda-cyhalothrine, Chlorantraniliprole+ Thiamethoxam,</p>
Station (4) :Ghraissa	<p>Prolifération des aleurodes de serres (mouche blanche) ; la mineuse de la tomate (Tuta absoluta) ; acarien, jaunissement ; miellat de pucerons</p>	Pomme de terre	<p><u>Fongicides :</u> Iprodione (Pourriture grise) Boscalid + Pyraclostrobine (Oïdium) Thiophanate Methyl (Oïdium et Botrytis)</p> <p><u>Engrais et compléments :</u> NPK (Azote, Phosphore, Potassium) Fertilisation organique à base de N (8%), Potassium (2,5%) et matières organiques (25%)</p>

Mycoflore de la tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) dans la région de Oued Souf

Résumé

Ce travail porte sur la mise en évidence de la flore fongique essentielle à la tomate (*Lycopersicum esculentum* L.). L'étude a été réalisée dans quatre différentes stations situant dans la région d'EL-Magrène à Oued Souf, sur différentes variétés de la plante (Salimah, Farida, Petra et Timagad) cultivée sous erre ou en plein champs. L'isolement et l'identification ont révélé la présence de dix différentes espèces cryptogamiques phytopathogènes parasites, saprophytes et symbiotes à l'image de : *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia* sp., *Alternaria* spp., *Cladosporium* sp., *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Mucor* sp. et *Trichoderma* spp. L'étude a montré la dominance des espèces phytopathogènes au détriment des autres espèces qui ont enregistré de faible voire insignifiante apparition.

Mots-clés : Agents phytopathogènes; Saprophyte ; Symbiote ; Tomate ; Oued Souf

Mycoflora of Tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) in Oued Souf region

Abstract

This work focuses on the identification of the fungal flora essential to tomatoe (*Lycopersicum esculentum* L.). The study was carried out in four different stations located in the region of EL-Magrene in Oued Souf, on different varieties of the plant (Salimah, Farida, Petra and Timagad) cultivated under greenhouse or on the field. Isolation and identification revealed the presence of ten different cryptogamic species of parasitic phytopathogens, saprophytics and symbiotes like: *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia* sp., *Alternaria* spp., *Cladosporium* sp., *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Mucor* sp. and *Trichoderma* spp. The study showed the dominance of phytopathogens species to the detriment of other species that have recorded slight to insignificant appearance.

Keywords : Pathogens of plant; Parasite; Saprophytic; Symbiote; Tomato; Oued Souf

فطريات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* L.) في منطقة واد سوف

ملخص

يلقي هذا العمل الضوء على قائمة الفطريات الخاصة بنبات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* L.). أجريت الدراسة في أربع مناطق مختلفة واقعة بدائرة المقرن بواد سوف على أربع أصناف مختلفة من النبات (سليمة، فريدة، بترا وتيمقاد) مزروعة في الدفيئة أو على حقول مفتوحة. كشف العزل والتعريف عن وجود 10 أنواع فطرية مختلفة من طفيليات ممرضة، رمية ومتعايشة مثل: *S. F. oxysporum*, *Penicillium*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* sp., *Alternaria* spp., *Rhizoctonia* sp., *sclerotiorum* و *Trichoderma* و *Mucor* sp. أثبتت الدراسة هيمنة الفطريات الممرضة على حساب الأنواع الأخرى التي سجلت ظهور ضعيف إلى غير معتبر.

الكلمات المفتاحية: العوامل الممرضة النباتية، طفيلي، رمي، متعايش، طماطم، واد سوف.