

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Microbiologie

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم الميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Biologiques

**Spécialité :** Biologie moléculaire des microorganismes

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

---

## Etude sur l'Arachide (*Arachis hypogaea*) et le Flétrissement Bactérien Causede par *Ralstonia solanacearum*

---

**Présenté par :** Hamdi Meriem

**Le 22/06/2023**

Laakel Nourhane

**Jury d'évaluation :**

**Présidente du jury :** Dr Abdelaziz Oueded (MCB - Université Frères Mentouri-Constantine 1).

**Encadrante :** Dr Boubekri Karima (MCA - Université Frères Mentouri-Constantine 1).

**Examinatrice :** Dr Riah Nacira (MCA - Université Frères Mentouri-Constantine 1).

Année universitaire  
2022 – 2023

## *Remerciements*

*« La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage ».*

Avant toute chose, on remercie Allah le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

On tient à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à L'encadrante de ce travail, Dr Boubekri Karima pour le choix du sujet, pour son assistance et ses conseils pour assurer le succès de ce travail.

A Dr Abdelaziz Ouided pour avoir accepté le jugement de cet mémoire en tant que présidente de jury et à Dr Riah Nacira d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions également tous nos amis de la promotion du Master en Biologie Moléculaire des Microorganismes (BMM) 2022/2023.

Enfin, nous voudrions exprimer notre gratitude éternelle à nos familles, parents et frères et sœurs, tous par leur nom, pour leur patience et leur soutien illimité au cours de nos années scolaires dans les moments difficiles.

## *Dédicace*

A l'aide D'Allah le tout puissant,  
Nous avons pu réaliser ce travail que nous dédions  
A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas, le bonheur et la joie  
de ma vie, a ceux qui m'ont appris le sens de la persévérance tout au  
long de mes études, pour leur patience, sacrifices, soutiens, conseils et  
encouragements.

### *À mon père*

La personne qui m'a donné tant d'attention, d'amour, d'aide,  
d'encouragement, tout ce que je peux te dire ne pourra jamais te  
décrire, ni te remercier assez pour m'avoir assisté constamment, car à  
mes yeux tu es le meilleur père du monde, et le plus beau cadeau de  
ma vie, que Allah te protège et te garde pour moi.

### *À ma mère*

Pour celle qui m'a toujours aimé, m'a soutenu dans toutes les  
situations, forte, tendre et chérie, tu espères juste me voir réussir et je  
veux juste te rendre heureuse, j'espère que je serai à la hauteur de tes  
attentes. Je t'aime maman, que Allah te protège et te garde pour moi.

### Aux deux familles, *Laakel* et *Hamdi*

Merci pour les merveilleux moments que nous avons  
partagés ensemble et à la joie d'être si proches.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour pouvoir  
réaliser ce travail.

## Table des matières

Remerciement .....	<i>i</i>
Liste des abréviations .....	<i>iii</i>
Liste des figures. ....	<i>iv</i>
Liste des tableaux .....	<i>v</i>
Introduction générale.....	1
Chapitre 01 : Généralité sur l'arachide ( <i>Arachis hypogaea</i> ) .....	3
2.1. Historique de l'arachide .....	3
2.2. Caractéristiques morphologiques .....	3
2.3. Classification taxonomique d'arachide .....	4
2.4. Cycle de vie :.....	8
2.5. Ecologie de l'arachide .....	11
2.6. Les pays producteurs des cacahouètes .....	13
2.6.1. La production mondiale.....	13
2.6.2. La production des cacahouètes en Algérie .....	13
2.7. La culture d'arachide.....	16
Chapitre 02 : Les maladies et les ravageurs de l'arachide ( <i>Arachis hypogaea</i> L.).....	19
1 Les ravageurs des arachides.....	19
2 Les maladies fongiques.....	23
3 Les maladies virales.....	26
Chapitre 03 : <i>Ralstonia solanacearum</i> agent de flétrissement.....	30
1. La maladie de « flétrissement bactérien » .....	30
1.1. Historique de la maladie du flétrissement bactérien .....	30
1.2. Les symptômes de la maladie.....	30
2. <i>Ralstonia solanacearum</i> "l'agent de flétrissement bactérien" .....	30
2.1. L'échantillonnage de <i>Ralstonia</i> .....	30
2.2. Description de l'espèce .....	31
2.3. Les milieux de culture de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	31
3. Classification taxonomique de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	33
3.1. Classification en biovars .....	34
3.2. Classification en races .....	34
3.3. Classification par phylotypes .....	35
4. Répartition géographique des souches de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	38
5. Les facteurs de virulences de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	36
5.1. Les exoenzymes .....	38
5.2. Les gènes <i>hrp</i> .....	38

5.3. Gènes impliqués dans la motricité de la bactérie .....	39
5.4. Les exopolysaccharides .....	39
6. Cycle de vie de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	40
7. La lutte contre la maladie .....	40
7.1. La lutte chimique.....	40
7.2. La lutte biologique.....	41
7.3. Lutte agronomique .....	41
7.4. Lutte intégrée.....	42
7.5. Lutte génétique .....	42
7.6. Mésures préventives .....	43
Conclusion générale .....	44
Références bibliographique.....	46
Liste des Annexes.....	55
ملخص.....	58
Abstract .....	59
Resumé .....	60

## *Liste d'abréviation*

ARNr 16s : Acide ribonucléique codant pour la petite sous-unité 16S de l'ARN ribosomal.

*BDB* : *Blood Disease Bacterium*.

CFU/g : Unité formant colonie/gramme.

CPG : Casamino acide-Peptide-Glucose.

ET3 : Effecteur de Type III.

EPS : Exopolysaccharides.

FAO : *Food and Agriculture Organization des Nations Unies*.

GRV : *Groundnut rosette virus*.

Ha : Hectare.

*Hrp* : *Hypersensitive response and pathogenicity*.

*NCBI* : *National Center for Biotechnology Information*.

*ITS* : *Internal Transcript Spacer*.

LPGA : Levure-Peptide-Glucose-Agar.

MT : millions de tonnes.

PCR : *Polymerase Chain Reaction*.

*PCV* : *Peanut Clump Virus*.

RH : réponse hypersensible.

*QTL* : *Quantitative Trait Loci*.

Qx : quintaux

RFLP : *Restriction Fragment length Polymorphism*.

Rip : Protéines Injectées de *Ralstonia*.

SMSA: *Sequero Modified Medium South Africa*

SST2 : *Secretion System Type 2*.

SST3 : *Secretion System Type 3*.

TZC : *Triphenyl Tetrazolium Chloride*.

## **Liste des figures**

<b>Figure 1</b> : Représentation d'une plante d'arachide .....	4
<b>Figure 2</b> : Différences entre les deux espèces.....	6
<b>Figure 3</b> : Différences morphologiques entre des espèces d' <i>Arachis</i> sélectionnées.....	7
<b>Figure 4</b> : Arbres phylogénétiques construits à partir de 52 séquences plastomiques d' <i>Arachis</i> .....	7
<b>Figure 5</b> : Fleurs d'arachide .....	10
<b>Figure 6</b> : la phase de fructification de l'arachide.....	10
<b>Figure 7</b> : Le cycle de vie de l'arachide .....	11
<b>Figure 8</b> : Présentation de l'insecte <i>Aphis craccivora</i> .....	20
<b>Figure 9</b> : Présentation de l'insecte termites.....	20
<b>Figure 10</b> : Présentation de l'insecte <i>Empoasca vitis</i> .....	21
<b>Figure 11</b> : Présentation de l'insecte <i>Frankliniella fusca</i> .....	22
<b>Figure 12</b> : Présentation de l'insecte <i>Holotrichia consanguinea</i> .....	23
<b>Figure 13</b> : Présentation de la maladie du la pourriture noire dee collet.....	24
<b>Figure 14</b> : Présentation de la maladie"la pourriture charbonneuse de l'arachide .....	25
<b>Figure 15</b> : Présentation de la maladie « la tache foliaire précoce de l'arachide.....	25
<b>Figure 16</b> : Présentation de la maladie du la tache foliaire tardive de l'arachide.....	26
<b>Figure 17</b> : Présentation de l'insecte <i>Aphis craccivora</i> .....	27
<b>Figure 18</b> : Présentation d'une plante infectée Par le virus GRV.....	28
<b>Figure 19</b> : Présentation d'une plante infectée par le PCV .....	29
<b>Figure 20</b> : Présentation d'une plante infectée par TSWV et l'agent vecteur.....	31
<b>Figure 21</b> : Micrographie électronique à transmission montrant la morphologie de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	31
<b>Figure 22</b> : Présentation des colonies de <i>R.solanacearum</i> sur le milieu TTC .....	32
<b>Figure 23</b> : Gels caractéristiques de PCR multiplex des quatre principaux groupes génétiques décrits chez <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	36
<b>Figure 24</b> : Répartition mondiale de <i>Ralstonia solanacearum</i> sur 5 continents .....	38
<b>Figure 25</b> : Cycle de vie de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	41

## ***Liste des tableaux***

<b><i>Tableau 1 : Les variétés et les types d'Arachis hypogaea.....</i></b>	<b><i>8</i></b>
<b><i>Tableau 2 : La production mondiale des cacahouètes .....</i></b>	<b><i>14</i></b>
<b><i>Tableau 3 : Évolution des superficies, production, rendement d'arachide en Algérie de 2003-2019.....</i></b>	<b><i>16</i></b>
<b><i>Tableau 4 : Les tests biochimiques appliqués pour identifier les souches bactériennes appartient à l'espèce Ralstonia solanacearum à partir de leurs caractéristiques différentielles .....</i></b>	<b><i>32</i></b>
<b><i>Tableau 5 : Les tests biochimiques appliqués pour différencier les biovars de Ralstonia solanacearum selon leurs capacité d'utiliser 6 hydrates de carbone.....</i></b>	<b><i>34</i></b>
<b><i>Tableau 6 : Les amorces conçues à partir de la région ITS et utilisées dans la technique de PCR multiplex spécifique au phylotype .....</i></b>	<b><i>37</i></b>
<b><i>Tableau 7 : Répartition des biovars, des races, et divisions des souches de Ralstonia solanacearum par rapport à la gamme d'hôtes infectées et la région géographique .....</i></b>	<b><i>38</i></b>



### **Introduction générale**

L'arachide est une plante herbacée à la fois annuelle et vivace, appartenant à la famille des légumineuses (Fabacées) et au genre *Arachis*. Elle est originaire du Brésil, du Pérou et d'autres régions de l'Amérique du Sud. On distingue deux sous-espèces cultivées d'*Arachis hypogaea* : *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* et *A. hypogaea* subsp. *fastigiata*. Ces deux sous-espèces se distinguent par leur port, *fastigiata* ayant une forme dressée tandis qu'*hypogaea* a une forme rampante. Les feuillages des deux sous-espèces présentent également des différences : chez *fastigiata*, les feuilles sont d'un vert clair, tandis que chez *hypogaea*, elles sont d'un vert foncé (Touil, 2017). La sous-espèce *fastigiata* se caractérise par une ramification séquentielle et des fleurs présentes sur la tige principale, tandis que la sous-espèce *hypogaea* ne porte pas de fleurs sur la tige principale et présente une ramification différente. Ces deux sous-espèces ont été subdivisées en différentes variétés botaniques, qui comprennent plusieurs types commerciaux.

*A. hypogaea* est bien adapté à la culture dans le climat du Sahara, chaud, ensoleillé et aride où les amplitudes thermiques jours/nuits sont très larges et dans des sols souvent sableux et peu fertiles, compte tenu de sa capacité à fixer l'azote et de son potentiel à former des relations symbiotiques efficaces (Giuffrè et al., 2016).

Aujourd'hui, les arachides sont largement cultivées au niveau mondial dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées. Leur culture est d'une grande importance à l'échelle universel. Elle est classée à la douzième place dans la production végétale mondiale. La Chine et l'Inde sont les deux principaux producteurs au monde avec une production de 49% en 2023, tandis que le continent africain est le deuxième qui produit les cacahouètes, par contre les états unis (USA) est le premier pays producteur du continent américain.

Parmi les pays arabes, le Soudan est le cinquième producteur mondial du fruit à coque avec 14% de part de marché et un rendement de 2500 millions de tonnes selon les statistiques de Peanut Explorer (2023) et de 407,461 tonnes d'exportations FAO (2022).

En Algérie, la production d'arachides connaît une croissance annuelle, passant de 2524 hectares en 2010 à 4886 hectares en 2019. La culture de l'arachide s'étend dans plusieurs wilayas, telles que El-Taref, Skikda, Ghardaïa, Oued Souf, ce qui témoigne de son expansion.

Cependant, la culture de l'arachide subit des pertes de rendement importantes dues à diverses maladies fongiques, virales et bactériennes, ainsi qu'à des ravageurs et insectes qui affectent de manière significative les cultures.

La maladie bactérienne la plus importante nuisant à la production d'arachides est le flétrissement bactérien qui provoque la mort des plantes infectées, causé par *Ralstonia solanacearum*, une bactérie phytopathogène à coloration de Gram-négatif appartenant à la famille de *Burkholderiaceae*.

Le sud de la Chine a été particulièrement touché par cette maladie (Jiang *et al.*, 2017). Selon Kim *et al.* (2016), cette maladie peut entraîner des pertes de rendement allant jusqu'à 50 %.

Les objectifs de ce travail de synthèse sont :

1. Effectuer une analyse approfondie de l'*Arachis hypogaea* en ce qui concerne sa taxonomie, sa culture à l'échelle mondiale et en Algérie.
2. Identifier les conditions physicochimiques de la croissance des arachides, et son cycle de vie.
3. Décrire les maladies causées par les champignons, les virus et par les ravageurs ainsi que les méthodes de lutte contre ces pathogènes.
4. Approfondir la recherche sur le flétrissement bactérien, en examinant son agent causal, les milieux de culture, sa taxonomie, ainsi que les symptômes associés à cette maladie.
5. Démontrer les méthodes de prévention contre cette maladie phytopathogène.
6. Enfin, on termine par une conclusion.

*Chapitre 01 : Généralité sur l'arachide*  
*(Anachis hypogaea)*

## **1. Historique de l'arachide**

L'arachide (latin *arachidna*, du grec *arakhidna*, gesse), également appelée cacahuète, a une histoire riche et fascinante qui remonte à plusieurs milliers d'années.

L'arachide provient de l'Amérique du Sud, en particulier du bassin amazonien. On pense que les peuples autochtones de la région ont cultivé la plante pour la première fois il y a environ 7000 ans. Les archéologues ont trouvé des restes d'arachides dans des tombes pré-incas, suggérant que la plante avait une valeur symbolique et culturelle importante pour ces civilisations (Hogan, 2003 ; Chevalier et *al.*, 1934).

Les navigateurs espagnols et portugais ont ramené l'arachide en Europe lors des explorations européennes du Nouveau Monde. Cependant, l'arachide n'a été introduite en Afrique que par les Portugais au XVI<sup>e</sup> siècle, principalement dans les régions côtières du Sénégal et du Nigeria. L'arachide s'est rapidement propagée en Afrique de l'Ouest et est devenue un aliment essentiel dans de nombreuses cultures ((Hogan, 2003 ; Chevalier et *al.*, 1934).

Grâce aux échanges commerciaux et à la colonisation, l'arachide s'est propagée dans le monde entier au cours des siècles suivants. Elle a été introduite en Europe, en Asie et en Amérique du Nord. Elle est devenue une culture importante en Amérique du Sud, en particulier en Géorgie, en Caroline du Sud et en Alabama (Chevalier et *al.*, 1934).

## **2. Caractéristiques morphologiques**

L'arachide est une plante vivace qui appartient à la famille des légumineuses (*Fabaceae*) qui mesure environ 30 à 50 cm de hauteur (fig. 01). Les feuilles sont alternes et pennées avec 4 folioles ovales et plus ou moins vert foncé (deux paires opposées ; aucune foliole terminale); chaque foliole mesure 1 à 7 cm de longueur et 1 à 3 cm de largeur. Les fleurs d'arachide sont réparties en groupes axillaires au-dessus du sol et sont *autogames (autofécondation)*, de couleur *jaune-orange* (Leonard, 1987). Une fois les fleurs pollinisées, une tige courte et épaisse à la base de la fleur, appelée gynophore, pousse vers le bas et pénètre dans le sol, de sorte que tout le corps fructifère se développe sous le sol. Les gousses, qui contiennent généralement 1 à 3 graines, se développent uniquement sous terre. Chaque graine est recouverte d'un mince tégument papyracé (Suchoszek-Łukaniuk et *al.*, 2011).



Figure (01) : Représentation d'une plante d'arachide (Köhler, 1887).

A - une plante ayant une racine, des fleurs et des fruits souterrains (gousses); 1 - fleur en coupe longitudinale; 2 - fruit mûr (gousse); 3 - le même dans la coupe longitudinale; 4 - graine; 5 - embryon, vue extérieure; 6 - embryon après retrait du cotylédon.

### 3. Classification taxonomique d'arachide

L'arachide appartient à la famille des légumineuses et au genre *Arachis*. Le genre *Arachis* inclut 82 espèces réparties en 9 sections en fonction de la compacité de croisement, de la morphologie et des caractéristiques chromosomiques (Carvalho et al., 2020). Les sections *Caulorrhizae*, *Erectoides*, *Extranervosae*, *Heteranthae*, *Procumbentes*, *Trirectodes* et *Triseminatae* sont constituées seulement d'espèces diploïdes ( $2n=2x=20$ ) et les sections *Arachis* et *Rhizomatosae* sont constituées d'espèces diploïdes ( $2n=2x=20$ ) ou ( $2n=2x=18$ ) et d'espèces tétraploïdes ( $2n=4x=40$ ).

La section *Arachis* se compose de 27 espèces sauvages diploïdes avec un génome de type AA ( $2n = 20$ ), ainsi que de 2 espèces tétraploïdes avec un génome complexe AABB ( $4n = 40$ ). Ces dernières ont également un génome de type BB ( $2n = 20$ ).

L'espèce cultivée *Arachis hypogaea* est une espèce tétraploïdes avec un génome de type AABB qui appartient à la section *Arachis* (Wang et al., 2019). Cette espèce est classée en deux sous-espèces *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* et *A. hypogaea* subsp. *fastigiata*.

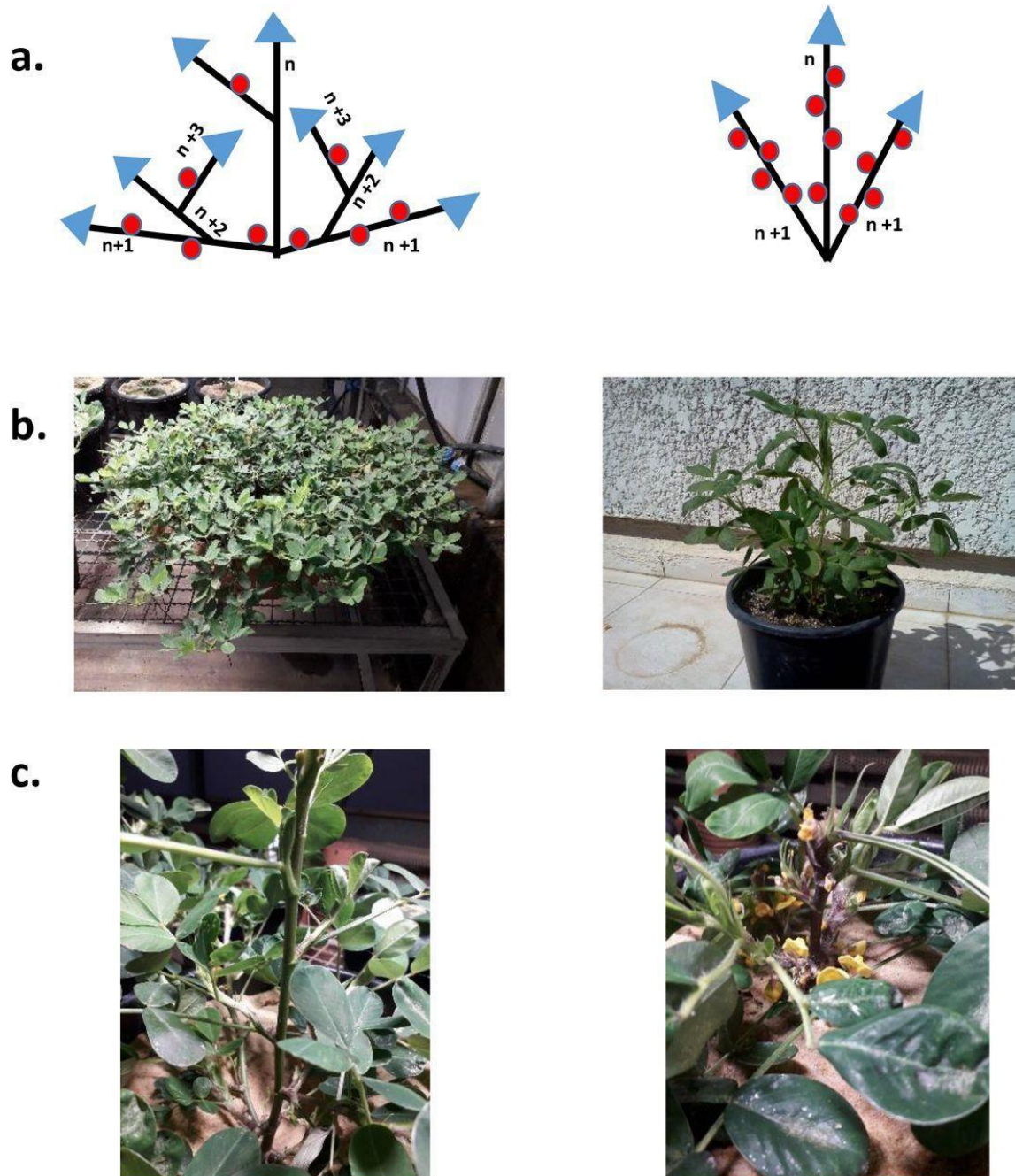
Les plantes de *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* présentent une architecture de type érigé, avec une croissance verticale des tiges, leurs fleurs poussent sur la tige principale et leurs feuillages sont vert clair. Par contre, les plantes de la sous-espèce *hypogaea* ont une croissance basse et étalée, avec des tiges qui rampent sur le sol. Leurs feuillages sont vert foncé et ne possèdent pas de fleurs sur leurs tiges principales (fig. 02) (Kunta et al., 2022 ; Touil, 2017).

Ces deux sous-espèces ont elles-mêmes été divisées en différentes variétés botaniques. *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* comprend 2 variétés, var. *hypogée* et var. *hirsuta*, en revanche la sous-espèce *fastigiata* comprend 4 variétés botanique, var. *vulgaris*, var. *fastigiata*, var. *peruviana* et var. *aequatoriana* (fig. 03) (Singh et al., 2018). Ces variétés comprennent plusieurs types commerciaux (Tableau 01).

Au sein de la section d'*Arachis*, on a deux lignées I et II qui ont été clairement définies (fig. 04). L'espèce *Arachis pusilla* de la section *Heteranthae* est regroupée en un seul clade avec l'espèce *Arachis rigonii* de la section *Procumbentes*. Les espèces qui possèdent un type de génome d'AA ( $2n = 20$ ) sont principalement répatés dans la lignée I, qui sont ensuite divisées en 3 clades. Sur la base de l'analyse Bayesian inference, les variétés d'arachide, var. *hypogée* et var. *hirsuta* sont regroupés en un seul clade et le var. *peruviana*, var. *fastigiata* et var. *vulgaris* sont placés dans un autre clade (fig. 04A).

Dans les analyses Maximum likelihood, les six variétés sont regroupées dans un grand clade parce qu'il est impossible de tracer une frontière claire entre les deux sous-espèces (fig. 04B). Les espèces d'arachide cultivées et les deux espèces sauvages, *Arachis monticola* et *Arachis duranensis* sont placées dans le clade A (complexe de l'arachide). La lignée II contient neuf espèces d'*Arachis* avec divers types de génomes, par exemple les deux espèces *Arachis ipaensis* et l'*Arachis valida* contiennent un génome de type BB ( $2n = 20$ ). *Arachis decora* et *Arachis*

*palustris* partagent un type de génome de GC et sont placés dans le meme score (Tian et *al.*, 2021 ; Wang et al., 2019).



**Figure (02) :** a) Un diagramme schématique des deux modèles de floraison. Les triangles indiquent l'axe de croissance des méristèmes, les méristèmes indéterminés sont colorés en bleu, les cercles rouges représentent des bourgeon floraux déterminés. b) Photos des deux génotypes montrant leur habitudes de croissance contrastées. c) L'absence et la présence des fleurs sur la tige principale (Kunta et *al.*, 2022).



Figure (03) : Différences morphologiques entre des espèces d'*Arachis* sélectionnées, trois accessions d'*A. duranensis*, deux accessions d'*A. cardenasii* et cinq arachides cultivées (Xiangyu et al., 2021).

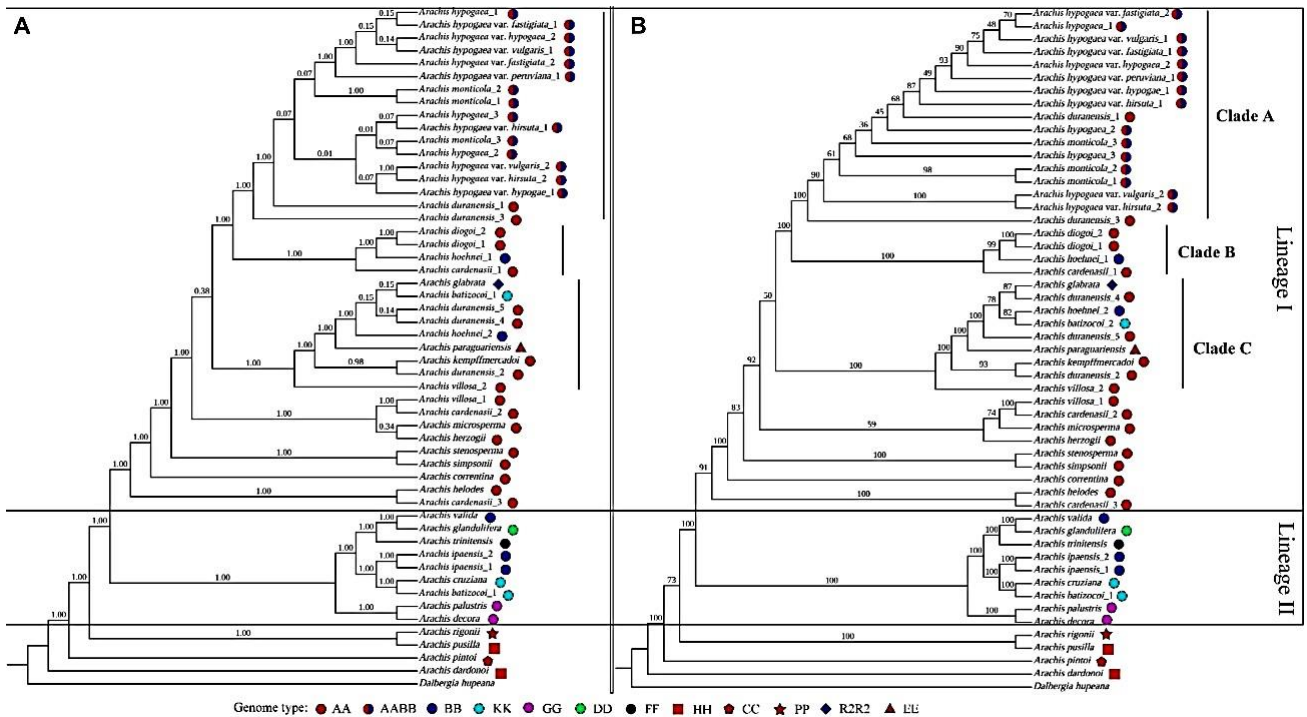


Figure (04) : Arbres phylogénétiques construits à partir de 52 séquences plastomiques d'*Arachis* en utilisant les méthodes Bayésienne inférée (A) et Maximum de vraisemblance (B). Les nombres au-dessus de la branche représentent le niveau confiance (Xiangyu et al., 2021).

AA : Ce génome représente une variété d'arachide sauvage.  
 BB : Ce génome représente une autre variété d'arachide sauvage.  
 AARB : Ce génome représente une variété d'arachide cultivée, qui est l'hybride entre les génomes AA et BB.  
 CC : Ce génome représente une variété d'arachide sauvage différente des génomes AA et BB.  
 FF : Ce génome représente une variété d'arachide sauvage différente des génomes AA, BB et CC. R2R2 : Ce génome représente une variété d'arachide sauvage qui possède une résistance spécifique à certaines maladies. GG, EE, KK, DD, HH, PP : Ces génomes représentent également des variétés d'arachide sauvage avec des caractéristiques spécifiques.



**Tableau 01:** Les variétés et les types d'*Arachis hypogaea* (Stalker et al., 2016)

Type	Localisation (Amérique du Sud)	Caractéristiques
Sous espèce <i>hypogaea</i>		
/	Bolivia Amazon	Pas d'axes floraux sur la tige principale, alternance de paires de fleurs et des axes de reproduction sur les branches, tige moins poilue et branches courtes.
Virginia	/	Des grosses graines et la tige moins poilue.
Runner	/	Des petites graines et la tige moins poilue.
Peruvian runner	Pérou	Les tiges plus poilues.
Sous espèce <i>fastigiata</i>		
Valencia	Brésil Guaranien Goias Minas Gerais Paraguay Pérou Uruguay	Axes floraux sur la tige principale, alternance de paires de fleurs et d'axes végétatifs sur les branches.
	Pérou, N. O. Bolivie	Les tiges moins poilues et réticulation profonde de la gousse.
Spanish	Brésil Guaranien Goias Minas Gerais Paraguay Uruguay	La tige plus ramifié avec des branches droites.

### 5. Cycle de vie :

La durée du cycle végétatif de l'arachide varie selon le type :

- Les variétés hâtives ont un cycle de vie qui dure 90 jours.
- Les variétés semi-tardives ont un cycle de vie qui se déroule dans 120 jours.
- Les variétés tardives ont un cycle de vie qui dure 140 jours. (Schilling et al., 2001).

**5.1. Phase végétative :** Cette phase comprend 2 étapes :

**1. Phase de germination :**

La germination est une phase épigée qui se déroule dans 3-5 jours selon l'espèce dans une température de 30°C. Elle commence par l'émergence de radicule après 24h de semis pour le type Spanish et 36-48h pour le type Virginia, après l'émergence les cotylédons deviennent vertes et les racines primaires se forment, après 3 jours de germination les racines latérales se développent. Les racines se focalisent dans une zone de 5 à 35 cm sous la surface de sol mais elle s'approfondit le profil jusqu'à une profondeur de 135 cm (Prasad et al, 2010). pendant les premiers jours de cycle végétatif d'arachide les composants de graine dépend de réverse des cotylédons.

**2. Phase de croissance**

Durant la deuxième phase du cycle végétatif d'arachide la plante devienne autotrophe et capable de fabriquer son propre nutriment par assimilation de l'eau et les éléments minéraux à travers les racines et établir la photosynthèse par l'épicotyl exposé à la lumière. la tige principale se développe à partir d'un bourgeon terminal de l'épicotyl et de deux latéraux cotylédonaires opposés qui poussent au niveau du sol. la tige principale peut être verticale ou anguleux qui mesure de 12 à 35 cm de long elle peut aller jusqu'à 1 m de longueur pour le type Runner. (Prasad et al., 2010).

**5.2. Phase de floraison**

La période de floraison des arachides commence généralement de 25 à 30 jours après le semis. Cette phase est influencée par le cultivar utilisé et les conditions climatiques, ce qui peut également affecter la quantité de fleurs produites. Les cultivars de type "Spanish" ont tendance à fleurir plus tôt avec un seul pic de floraison, tandis que les cultivars de type "Virginia" fleurissent plus tardivement avec plusieurs pics de floraison. Habituellement, un seul bourgeon s'ouvre chaque jour, mais il est possible que le nombre d'ouvertures de bourgeons augmente jusqu'à 2 ou plus dans la même journée. Les fleurs qui s'épanouissent varient en couleur, allant du jaune à l'orange, voire à l'orange foncé, et rarement au blanc (Prasad et al., 2010).

Les fleurs illustrées dans la figure 05 sont capables de s'auto-féconder (autogames), toutefois, leur taux de fécondation est amélioré grâce à l'intervention des abeilles et aux précipitations. La plante produit un grand nombre de fleurs, pouvant atteindre jusqu'à 1000, mais seules 5 à 7 d'entre elles parviennent à se développer en fruits mûrs (Leonard, 1987).

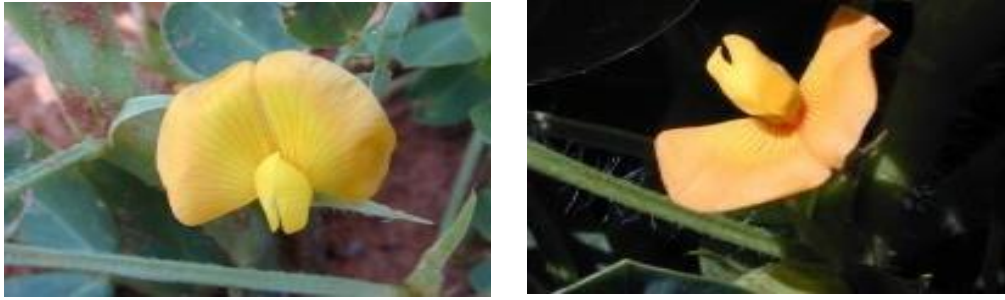


Figure (05) : Fleurs d'arachide (<http://www.soilcropandmore.info>).

### 5.3. La Phase de fructification

Le développement des graines est l'un des aspects les plus fascinants de la croissance de l'arachide. Après 3 semaines de pollinisation, l'ovaire s'allonge en se courbant vers le sol en raison d'un géotropisme positif (fig. 06). Il plonge en terre sous forme de tige sur une profondeur de 2 à 7 cm où il fructifie sous-sol au bout de 10 jours, pour arriver à maturité en 60 jours après la floraison (Leonard, 1987).

### 5.4. Phase de maturation des gousses

Les gousses d'arachide mûrissent généralement au bout de 90 à 120 jours après la floraison. Cependant, la durée exacte peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques, le type de variété d'arachide et les méthodes de culture spécifiques. Certaines variétés d'arachides mûrissent tôt, tandis que d'autres mûrissent un peu plus longtemps. Une surveillance attentive de la maturité des gousses d'arachide est essentielle pour déterminer le moment optimal de la récolte.



Figure (06) : Tiges d'arachide juste après la chute des fleurs. Ce qui reste de la fleur est de couleur pourpre, et en forme de cône pour mieux creuser le sol. L'ovaire est blanchâtre et déjà plus épais que la tige

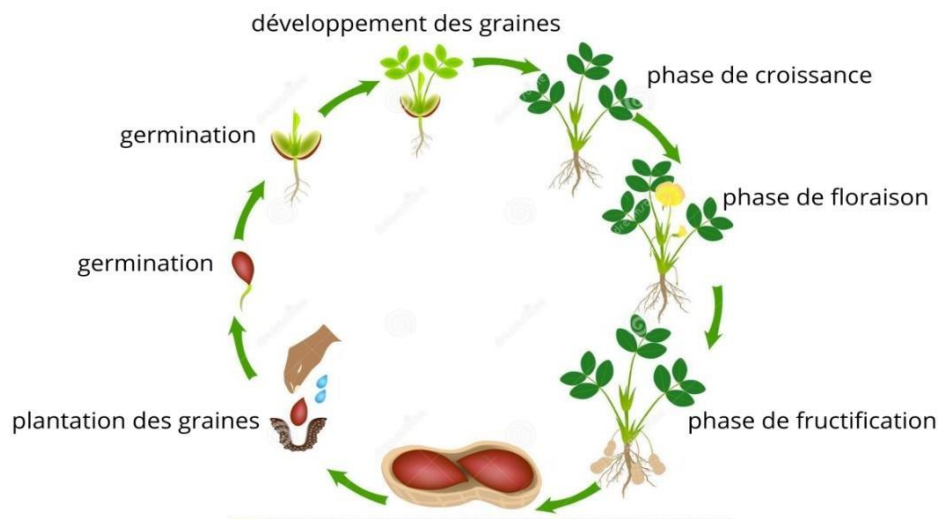


Figure (07) : Le cycle de vie de l'arachide (<https://fr.dreamstime.com>)

## 6. Ecologie de l'arachide

### 6.1. Le besoin en température

Les exigences de température pour la culture des arachides peuvent varier légèrement en fonction de la variété et des conditions locales. Mais en général, la plage de température idéale pour la croissance végétative de l'arachide se situe généralement entre 25 et 30°C, ce qui est plus élevé que la plage optimale pour sa croissance reproductive, qui se situe plutôt entre 22 et 24°C (Wood, 1968 ; Cox, 1979 ; Ong, 1984). Cette plage de température permet aux plantes de développer un système racinaire solide et une croissance saine des feuilles. Les cacahuètes tolèrent relativement bien les températures élevées, mais des températures extrêmes supérieures à 40 °C peuvent provoquer un stress thermique, ce qui peut nuire à la croissance et au développement des plantes. Des températures inférieures à 15°C peuvent être nocives pour les cacahuètes. Le gel peut endommager les parties aériennes des plantes et entraîner une baisse des rendements (Varaprasad et *al.*, 2003).

### 6.2. Le besoin en pH

*L'Arachis hypogaea* est une légumineuse qui a un large spectre de pH mais elle préfère un pH voisin à la neutralité. Les sols très acides (pH <5) peuvent causer des toxicités manganiques ou aluminiques ; dans ce type de sols, l'ajustement calcique est nécessaire pour amener le pH supérieur à 6 (Aguieb et Messai Belgacem, 2015).

### **6.3. Le Besoin en eau**

L'arachide présente une certaine tolérance à la sécheresse en termes de survie, mais si l'humidité du sol n'est pas maintenue de manière adéquate, en particulier pendant les étapes critiques de croissance telles que la floraison et la formation des gousses, cela peut entraîner une réduction significative du rendement en gousses. La quantité d'eau utilisée par la culture dépend de l'évapotranspiration potentielle pendant la période de croissance et du degré de couverture du sol. Les besoins en eau atteignent leur maximum pendant la floraison et se maintiennent jusqu'à la formation des gousses. En moyenne, l'arachide nécessite environ 400 à 500 mm d'eau, bien que ces chiffres puissent varier en fonction du type de sol, du climat agricole et du génotype.

Pour obtenir de bons rendements, il est recommandé d'avoir un total de précipitations compris entre 400 et 600 mm, réparties de manière uniforme sur toute la période de croissance pendant la saison des pluies (automne).

Pendant la saison printemps /été, la consommation d'eau varie généralement entre 450 et 830 mm, selon le type de sol et les conditions agro climatiques (<https://www.ikisan.com> ).

### **6.4. Le Besoin en lumière**

La lumière joue un rôle important dans la croissance des arachides. Il stimule la germination des graines, favorise la croissance des tiges et des feuilles et affecte le développement des fleurs et des gousses. Les arachides sont considérées comme des plantes de jours courts. Cela signifie qu'une période d'obscurité est nécessaire pour que les gousses se développent. Une exposition adéquate à la lumière favorise également la photosynthèse, essentielle à la production des nutriments et de l'énergie nécessaires à la croissance et à la nouaison des fruits (Richards, 2000). Cependant, une exposition excessive à une lumière directe et intense peut avoir des effets néfastes tels que le stress thermique et la déshydratation de la plante. Par conséquent, il est important de donner et d'équilibrer la bonne quantité de lumière aux cacahuètes pour soutenir leur croissance optimale (Aguieb et Messai Belgacem, 2015).

### **6.4. Le Sol**

L'arachide peut être cultivée dans plusieurs types de sol (légère, sablo-limoneuse ou silico-calcaire) mais il lui faut un sol bien drainé. Elle préfère des parcelles sablonneuses car ils augmentent la pénétration des gynophores (ergots) et le développement des gousses (Chevalier et *al.*, 1934).

## **7. Les pays producteurs des cacahouètes**

### **7.1. La production mondiale**

La culture des arachides prend une grande importance à l'échelle mondiale, les cacahouètes sont classées à la douzième place dans la production végétale mondiale, il est généralement cultivé dans les pays tropicales, subtropicales et tempérés.

Le continent asiatique domine la production d'arachide avec un pourcentage de 50%. La Chine avec un rendement 18300 millions de tonnes et l'Inde avec une récolte de 6600 millions de tonnes sont les premiers producteurs mondiaux avec 49% de production mondiale en 2023. Le continent africain est le deuxième continent qui produit les cacahouètes avec un rendement de plus de 6800 millions de tonnes (MT), la culture des cacahouètes est évoluée au cours de temps Dans le continent américain, le premier pays producteur des cacahouètes c'est l'USA avec 2849 millions de tonne.

### **7.2. La production des cacahouètes en Algérie**

La culture de l'arachide a connu une évolution au cours des dernières années, comme le montrent les statistiques présentées dans le tableau 3. La quantité d'importations d'arachides a diminué entre les années 2012-2022 (source : [www.selinawamucii.com](http://www.selinawamucii.com)), grâce à la contribution et à l'investissement du gouvernement algérien ainsi qu'aux lois adoptées dans le but d'améliorer le secteur de la production agricole, en particulier la production d'arachides. Selon les statistiques du Courrier d'Algérie (2023), les rendements d'arachides dans les wilayas d'El-Oued et de Ghardaïa atteignent respectivement 134 000 quintaux sur une superficie de 4 200 hectares et 7 450 quintaux sur une superficie de 352 hectares, selon le journal. Les wilayas productrices d'arachides en Algérie sont réparties en 4 régions

- ❖ **Nord-Est** : Skikda, El-Tarf.
- ❖ **Sud-Est** : Ghardaïa.
- ❖ **Sud-Ouest** : El Bayadh
- ❖ **Sud** : Adrar, Bechar, El-Oued

**Tableau 02** : la production mondiale des arachides

(<https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/com>)

<b>Pays</b>	<b>Pourcentage de la production mondiale</b>	<b>Production (MT)</b>
Chine	36	18300
Inde	13	6600
Nigeria	9	4300
Les États-Unis	6	2849
Soudan	5	2500
Sénégal	3	1715
Burma (Myanmar)	3	1700
Argentine	3	1320
Tanzanie	2	1100
Guinée	2	1000
Brazil	2	890
Indonésie	2	880
Chad	2	830
Cameroun	1	600
Ghana	1	600
Niger	1	600
Burkina Faso	1	575
Congo	1	480
Mali	1	425
Vietnam	1	390
Malawi	1	350
Cote d'Ivoire	0	240
Égypt.	0	205
Nicaragua	0	200
Uganda	0	200
Benin	0	175
Zambie	0	175
Turquie	0	165
République Centrafricaine	0	150

(Suite) **Tableau 02** : la production mondiale des arachides

<b>Pays</b>	<b>Pourcentage de la production mondiale</b>	<b>Production (MT)</b>
Zimbabwe	0	
Pakistan	0	115
Mexique	0	92
Afrique de sud	0	70
Bangladesh	0	65
Taiwan	0	60
Gambie	0	55
Togo	0	45
Congo	1	480
Mali	1	425
Vietnam	1	390
Malawi	1	350
Cote d'Ivoire	0	240
Égypt.	0	205
Nicaragua	0	200
Uganda	0	200
Benin	0	175
Zambie	0	175
Turquie	0	165
République Centrafricaine	0	150
Mozambique	0	130
Malawi	1	350
Cote d'Ivoire	0	240
Égypt.	0	205
Nicaragua	0	200
Uganda	0	200
Benin	0	175
Zambie	0	175
Turquie	0	165
République Centrafricaine	0	150
Mozambique	0	130
Zimbabwe	0	130
Pakistan	0	115
Mexique	0	92
Afrique de sud	0	70
Bangladesh	0	65
Taiwan	0	60
Gambie	0	55
Togo	0	45
Thaïlande	0	40
Morocco	0	36



**Tableau 03** : Évolution des superficies, production, rendement d'arachide en Algérie de 2003-2019 (MADR, 2003-2019)

Les années	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2003	3380	38 420	11,40
2004	4081	42 690	10,5
2005	2837	3340	11,6
2006	2718	29 950	11
2007	2680	33 190	12,38
2008	2840	32 220	11,34
2009	2570	30 570	11,89
2010	2520	33 850	13,43
2011	2558	30 370	11,9
2012	2293	27 780	12,11
2013	2249	25 510	11,34
2014	2255	34 588	15,3
2015	2115	34 097	16,1
2016	3391	70 923	20,9
2017	3666	101 713	27,7
2018	4753	118 861	25
2019	4886	126 022	25,8

## 8. La culture d'arachide

Les graines sont achetées avec la coque afin de pouvoir les conserver le plus longtemps possible. Les graines doivent être pelées manuellement de leurs coiffes.

### 8.1. Préparation de sol

Selon le type de sol, le sol doit d'abord être nettoyé avant le semis. Les sols les plus légers nécessitent un enlèvement des résidus, tandis que les sols les plus lourds ou les plus humides doivent être labourés en début de cycle (Mayeux et *al.*, 2001). La culture de l'arachide a lieu sur différents types de sol.

- Sur les sols limono-sableux, le labour est effectué à une profondeur de 10 à 20 cm.
- Pour le sol un peu lourd le labourage est effectué à une profondeur de 15 à 20 cm.
- Pour le sol humidifié le labourage est effectué à une profondeur de plus de 20 m

## **8.2. Le choix de semis**

Les graines doivent être tolérante à la sécheresse avoir un cycle de vie de 75 à 90 jours. **8.3.**

## **La date de semis**

Le choix de la date de semis est basé sur trois critères : la répartition des précipitations au sein de la région, la durée du cycle végétatif de la variété sélectionnée et enfin l'humidité du sol (Mayeux et *al.*, 2001). Le semis est effectué fin avril - début mai à une température du sol de 19-23 ° C. Les semis sont généralement cultivés dans un sol prétraité et cultivé. Les graines sont plantées à environ 5,08 cm de profondeur.

## **8.4. Le semis**

Les graines subissent un traitement à l'aide d'insecticides/fongicides conformément à la réglementation du pays où ils sont utilisés. Ceci est fait dans le but de protéger les graines contre le développement et la propagation des insectes et des champignons pendant la germination (Mayeux et *al.*, 2001).

## **8.5. Le développement de semis**

10 jours après la semence les graines des cacahouètes sortent du sol, au cours de temps-elle devenue une plante verte qui fleurit au-dessus de sol et qui produit des fruits au-dessous de sol.

## **8.6. La fertilisation**

La fertilisation consiste à enrichir le sol avec de la matière organique, telle que les résidus des cultures précédentes, afin d'assurer un bon développement de la plante d'arachide. De plus, l'ajout d'engrais minéraux N-P-K est nécessaire pour les sols légèrement acides afin de réguler leur pH. Il est important de noter que le manque de calcium peut entraîner l'avortement des graines (graines vides ou "pop") et la formation de graines mal remplies. Afin de remédier à cette carence, du calcium est apporté à la plante sous forme de pansement latéral au début de la formation des gousses, près de la zone de fructification, de manière à être directement absorbé par les chevilles et les jeunes gousses en développement (Mayeux et *al.*, 2001).

### **8.7. L'arrosage d'arachide**

L'arachide est une plante qui tolère la sécheresse mais elle nécessite une quantité d'eau au début de leur cycle végétative (développement des graines) environ de 1.5 à 2 pouces d'eau par semaine. L'arachide est une légumineuse qui fixe l'azote par des nodules qui se trouve au niveau des racines, cette fixation contribue à l'enrichissement de plante et de sol.

### **8.8. La récolte des arachides**

Lorsque les cacahuètes atteignent le stade de maturité, les agriculteurs reconnaissent la maturité de la plante en remarquant visuellement le jaunissement et le dessèchement des folioles. Les agronomes attendent que le sol ne soit ni trop humide ni trop sec pour creuser avec la moissonneuse. Avant de stocker les cacahuètes, elles doivent être séchées en piles pendant 2 à 3 jours et l'humidité doit être réduite à 10 %.

### **8.9. Séparation de l'arachide des vignes**

Après le séchage dans le champ, on utilise une moissonneuse–batteuse pour séparer les cacahuètes des vignes, la machine place les arachides dans une trémie situé au-dessus de l'appareil et les vignes se déposent dans le champ, les cacahuètes nouvellement creuser sont Placés dans des wagons à cacahuètes pour un durcissement supplémentaire et une diminution de taux d'humidité à 10% avec de l'air chaud forcé circulant dans le wagon.

*Chapitre 02 : Les maladies et les  
ravageurs de l'arachide  
(Arachis hypogaea L.)*

Les arachides sont des plantes qui sont affectées par diverses maladies (champignons, virus, bactéries) et ravageurs (insectes). Ce document donne un aperçu des ravageurs et des divers agents pathogènes qui affectent la culture de l'arachide. Cependant, les pesticides/insecticides ou d'autres produits chimiques ne sont pas mentionnés. Il est important de noter que les réglementations concernant l'utilisation des pesticides peuvent changer au fil du temps à mesure que de nouvelles connaissances scientifiques deviennent disponibles. Par conséquent, il est important que les agriculteurs et les agro-professionnels se tiennent au courant des dernières réglementations et des meilleures pratiques lors de l'utilisation de pesticides dans leur région.

## **1. Les ravageurs des arachides**

### **1. Les ravageurs des arachides**

Les arthropodes (insectes) sont des ravageurs qui touchent un nombre important des cultures parmi eux les arachides, les insectes causent annuellement des dégâts non négligeables sur le rendement des cacahouètes.

#### **1.1. Les pucerons (*Aphis craccivora*)**

Les pucerons sont des ravageurs qui infectent l'espèce *Arachis hypogaea* (la plante des cacahouètes) (fig.08), il forme des colonies sur les feuilles des plantes en développement puis sur les gousses au moment de fructification. L'insecte est un vecteur de différents phytovirus comme la rosette. La présence des pucerons produit des taches jaunes sur les revers, un retard de croissance, dessèchement des feuilles et finalement le flétrissement. Le traitement de ce type d'insecte s'effectue par l'usage des insecticides ou de savons insecticides et leurs ennemis naturels comme coccinelle, la chrysope, et le syrphé.

#### **1.2. Les termites (Termitidae)**

Les termites sont des insectes (fig. 09) très répandus dans les pays producteurs des cacahouètes notamment en Afrique ils causent des dégâts importants sur le rendement des arachides en particulier sous l'effet de stress hydrique lorsqu'ils attaquent la plante en creusant à travers l'axe central des racines et des tiges principales. Ces insectes peuvent attaquer aussi les gousses en développement en forment des trous sur le bec de ces derniers, les termites peuvent exposer la plante hôte au risque d'infection par le champignon *Aspergillus flavus*, ce dernier entre dans la plante à travers les trous perforés par les termites. La lutte contre cet

insecte s'effectue par l'usage des insecticides. On peut traiter aussi les termites par l'utilisation de leurs ennemies naturelles comme (les fourmis, les fourmiliers, les tatous, les échidnés, les numbats) (Singh et *al.*, 1990).



**Figure (08) :** Présentation de l'insecte *Aphis craccivora*  
(<https://influentialpoints.com>)



**Figure (09) :** présentation de l'insecte termites : a. *Macrotermes sp.*, b. *Odontotermes sp.*, c. *Microtermes sp.*, d. *Schedorhinotermes sp.* ([https://www.researchgate.net/figure/Subterranean-termites-found-on-the-infested-stakes-in-10X-magnification-a-Macrotermes\\_fig3\\_345366744](https://www.researchgate.net/figure/Subterranean-termites-found-on-the-infested-stakes-in-10X-magnification-a-Macrotermes_fig3_345366744) ).

### **1.3. Les cicadelles vertes (*cicadillidae* ou *jassidae*)**

Les cicadelles sont des ravageurs de 3mm de long, ils ont considéré parmi les ravageurs les plus importants de l'arachide au Sénégal (fig. 10), ces insectes ont la capacité de retirer la sève des tissus du xylème et du phloème de la plante et provoquer le phénomène de « brûlures de trémie » due à la sécheresse des plante et la carence en pigments vertes, les feuilles

endommagées deviennent orange-jaunâtre, les cicadelles secrètent des enzymes toxiques qui influence le développement des organes et produits des organes malformés. La présence de ce type d'insectes sur les folioles de plante provoque les symptômes suivants : le roulement des feuilles près de la base des feuilles, le jaunissement des extrémités des folioles, le retard de croissance, le raccourcissement et la malformation des entre-nœuds (nanisme). La plupart de ces espèces sont des vecteurs de virus ou de mycoplasmes.



**Figure 10 :** Présentation de l'insecte *Empoasca vitis* (© C. Quintin).

#### **1.4. Les thrips (thysanptéra)**

Les thrips sont des ravageurs de petits tailles (la plupart sont environ 1mm de long ou moins) qui infectent différentes cultures (coton, niébé, arachide) et causent des dégâts importants sur le rendement de ces dernières (fig. 11). L'association de 5 types de thrips (*Frankliniella fusca*, *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella tritici*, *Neohydatothrips variabilis*, *Thrips tabaci*) causent les dommages directs indiqués ci-dessous et les dommages indirects sont provoqué par *F. fusca*. Les dommages directs sont les suivants : lésion par succion des jeunes bourgeons foliaires et floraux, cicatrisation des pétales et des fleurs, argenteure et plissement des feuilles, distorsion et décoloration des fleurs. Les dommages indirects sont

causés par la transmission du virus du flétrissement tacheté de la tomate (TSWV) qui est importé par l'espèce *Frankliniella fusca* (Brust, 2007). Les populations de thrips peuvent être contrôlées par l'usage des produits chimiques comme le diméthoate en raison de (200-250g a.i./ha) et leurs prédateurs naturels comme les mirides et les Anthocoridae cependant il n'y a pas d'étude sur l'efficacité de ces prédateurs mais le relatif cas avec lequel les thrips se diminuent après l'application d'insecticides indique que les ennemis naturels régulent leurs densités (Singh et al., 1990).



**Figure (11) :** Présentation de l'insecte *Frankliniella fusca* (© Lyle Buss)

### **1.5. Les vers blancs (*Holotrichia*)**

Les vers blancs sont des ravageurs de 38,6 mm de longueur de forme "C" (fig. 12), qui vivent sous-sol. Ces vers dévorent les nodules et les racines secondaires et ceinturent la racine principale. À cause de cette attaque, les cultures comme les arachides sont plus sensibles à ce type de ravageurs, ces derniers provoquent les symptômes suivants : le palissement, le flétrissement et la sécheresse. En infestation lourde, les champs présentent une apparence irrégulière en raison du flétrissement des plantes (Pal, 1977). La surveillance constante et le contrôle chimique doivent être inclus dans toute stratégie de lutte intégrée à la ferme (Mayeux et al., 2001) et l'application d'insecticides réglementées avec leur doses spécifiques.



**Figure (12) :** Présentation de l'insecte *Holotrichia consanguinea*

(<https://extension.umn.edu>)



## **2. Les maladies des arachides**

### **2.1. Les maladies fongiques**

Les maladies fongiques sont multiples et cause des dégâts importants sur le rendement de cacahouètes parmi eux les maladies cités ici

#### **2.1.1. La pourriture noire de collet**

L'agent causal de la maladie est le champignon *Aspergillus niger*, qui provoque souvent la pourriture des semis, mais peut également infecter les plantes plus âgées au milieu ou à la fin de la saison. *A. niger* est distinct du champignon qui provoque la contamination des graines récoltées par les aflatoxines sécrétées par *A. flavus*. Ce champignon est un contaminant commun des graines d'arachide et est présent dans tous les types de sol d'arachide. Il provoque les symptômes suivants : pourriture des graines, germination et mort des semis. Les symptômes les plus évidents sont le flétrissement soudain des jeunes plantes, le gonflement des couronnes et des zones de plantes infectées juste en dessous de la ligne du sol et la croissance des semis. Récemment, le champignon forme une couche noire sur la zone infectée et les symptômes comprennent une décoloration gris foncé du système vasculaire et des racines pivotantes des plantes affectées (Fig. 13). La maladie provoque la mort de la plupart des plantes infectées dans les 30 jours suivant la plantation.

#### **2.1.2. La pourriture charbonneuse de l'arachide :**

Cette maladie est générée par le champignon *Macrophomina phaseolina* (fig. 14) et elle est très répandue dans les pays producteurs de l'arachide et cause annuellement des dégâts sur le rendement de différentes cultures parmi eux les arachides. Cette infection n'a qu'une importance mineure aux États-Unis, bien qu'elle puisse parfois réduire considérablement les peuplements végétaux. Dans l'Inde, c'est la maladie la plus fréquente des semis d'arachides, elle engendre les symptômes suivants :

Le signe caractéristique de la maladie est l'apparition des lésions aqueuses sur l'hypocotyle près de la surface du sol. Les tissus infectés deviennent plus tard brun pâle. L'infection s'étend jusqu'à la racine pivotante et jusqu'à la tige et les branches. Lorsque les lésions arrivent à la tige elles engendrent le flétrissement de la plante, le brunissement et la mort des branches due à la colonisation rapide de champignon. Les tissus morts pourrissent et deviennent noirs, le sclérote du champignon se développent abondamment. Les racines, piquets, et les gousses pourrissent et deviennent couvertes de sclérotés. Dans certains cas, la maladie infecte

principalement les racines provoquant leur décomposition et noircissement et les lambeaux de racine pivotante. Les folioles de ces plantes deviennent jaunes et flétrit, et d'autres symptômes typiques à la maladie, brûlure de la tige et de la pourriture du charbon apparaissent.



**Figure (13) :** Présentation de la maladie de la pourriture noire des collets  
(<https://www.semanticscholar.org>).

### **2.1.3. La pourriture hative ou la tache foliaire précoce**

L'agent causal de cette maladie est le champignon "*Passalora arachidicola* ou *Cercospora arachidicola*" (Fulmer et al., 2019) la maladie est présentée dans la Figure 15, les symptômes de cette maladie apparaissent au bout de 14 à 21 jours et les conditions climatiques notamment le taux élevée de pluviométrie au cours des 90 premiers jours s'aggrave la maladie L'agent causal de cette maladie est le champignon "*Passalora arachidicola* ou *Cercospora arachidicola*" (Fulmer et al.,2019) la maladie est présentée dans la Figure 15, les symptômes de cette maladie apparaissent au bout de 14 à 21 jours et les conditions climatiques notamment le taux élevée de pluviométrie au cours des 90 premiers jours s'aggrave la maladie Les symptômes de la tache foliaire de l'arachide c'est l'apparition des taches brun foncé entouré ou pas d'un halo jaune sur la face supérieure des folioles et une tâche brun clair sur la face dorsal de la feuille, les lésions foliaires se nécrosent après le changement de couleur. La tache foliaire précoce est la maladie la plus nuisible pour les arachides dans la région d'Afrique du Sud. Ils ont découvert que la maladie est fortement diffusée et qu'elle prend des allures épidémiques dans la plupart des pays de la région sud-africaine avec des pertes annuelles estimées à 50% la maladie engendre environ 5 millions de dollars de perte pour le revenu national du Malawi (Muimba-Kankolongo, 2018).



**Figure (14) :** Présentation de la maladie " la pourriture charbonneuse de l'arachide" (©Paul Bachi, University of Kentucky Research and Education Center, Bugwood.org).

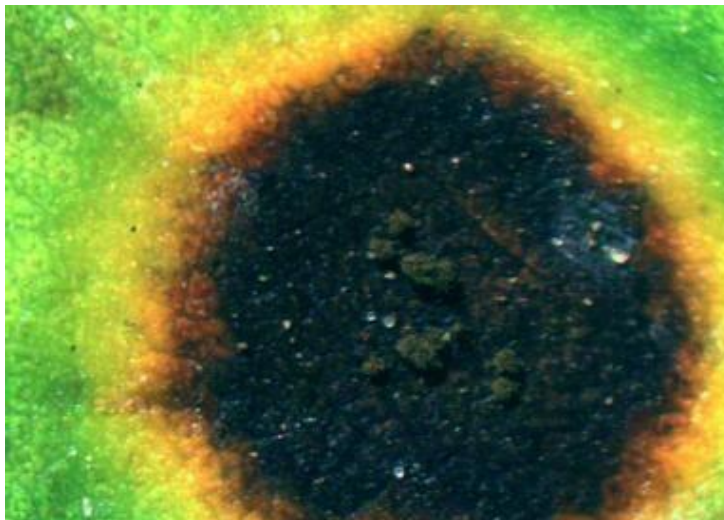


**Figure (15) :** Présentation de la maladie « la tache foliaire précoce de l'arachide » (©Gerald Holmes, Strawberry Center, Cal Poly San Luis Obispo).

#### **2.1.4. La pourriture tardive ou la tache foliaire tardive**

La tache foliaire tardive est une maladie sévère provoquée par l'espèce *Nothopassalora personata* ou *Cercosporidium personatum* (Fulmer et al., 2019). La maladie est présentée dans la fig. 16, cette dernière est largement répandue dans le sud de la Tanzanie, sud du Mozambique, Swaziland et en Zambie, dans la province orientale de la Zambie, elle prend 90 jours après la

Plantation provoque les symptômes de la maladie apparaissent sur les folioles, la pourriture tardive est généralement moins dommageable que la tache foliaire précoce, la tache foliaire tardive engendre les symptômes suivants: formation des taches circulaire brun foncées ou noire entouré ou pas d'un halo jaune de sur les deux faces des folioles les lésions commencent par être chlorotiques puis elles deviennent nécrotiques (Muimba-Kankolongo, 2018). Les fongicides appliqués pour lutter contre la tache foliaire précoce sont utilisé aussi pour lutter contre la tache foliaire tardive (Khan et *al.*, 2014).



**Figure (16) :** présentation de la maladie du la tache foliaire tardive de l'arachide (© Jason Brock, University of Georgia, Bugwood.org).

## **2.2. Les maladies virales**

### **2.2.1. La rosette de l'arachide**

La rosette de l'arachide est une maladie causée par le *Groundnut rosette virus* (GRV) sur la culture d'arachide, l'agent vecteur du virus de la rosette est un puceron, *Aphis craccivora* (fig. 17). Cette maladie virale existe sous deux types de formes : la rosette verte et la rosette chlorotique. Elles se caractérisent par leurs symptômes foliaires (fig. 18). La rosette chlorotique se distingue par une chlorose générale des jeunes folioles, avec des tâches d'infection vert foncé, Chez les plantes jeunes, les feuilles deviennent de plus en plus jaunes, tordues et rabougries, mais chez les plantes vieilles, seules quelques branches peuvent être infectées, ou seulement le point de croissance. La rosette verte se caractérise par de légères marbrures jaunes et des stries claires sur les jeunes folioles, tandis que les feuilles plus âgées sont devenues petites et de couleur vert très foncé avec des bords roulés. La rosette de l'arachide peut contrôlée en utilisant des insecticides pour lutter contre l'insecte vecteur.



Figure (17) : Puceron *Aphis craccivora* (E. Neering)



©Plantwise Knowledge Bank

Figure (18) : Folioles déformées, parfois avec mosaïque et marbrure (Scottish Crop Research Institute).

## 2.2. La maladie du rabougrissement de l'arachide (Peanut Clump Virus (PCV))

Le rabougrissement de l'arachide est une maladie causée par le *Peanut Clump Virus* (PCV) sur la culture d'arachide, l'agent vecteur du virus de la clump d'arachide est un champignon le *Polymyxa graminis* Led. Les plantes infectées par le virus du clump d'arachide (PCV) sont complètement rabougries et chétif (fig. 19), mais sans aucune prolifération de pousses axillaires, de légères marbrures en mosaïque et des anneaux jaunes apparaissent sur les nouvelles feuilles. Les feuilles plus âgées sont plus foncées et légèrement marbrées. La croissance des racines ainsi que le nombre et la taille des gousses sont réduits. Les racines deviennent noires avec un égrugeage des tissus du cortex.

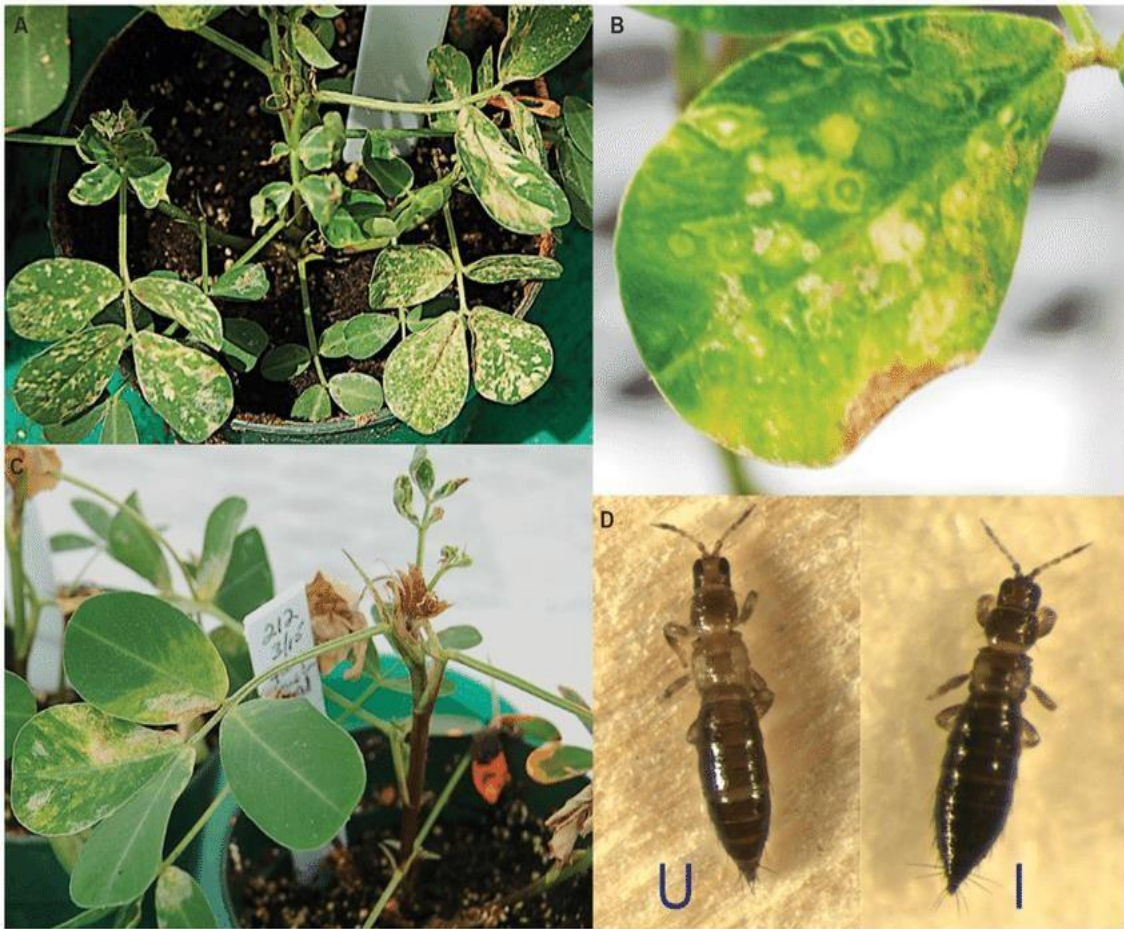
L'application à grande échelle de pesticides au sol est efficace dans la lutte contre ce type de maladie.



**Figure (19) :** Présentation d'une plante infectée par le virus Peanut Clump Virus

### **2.3. Le virus des taches bronzées de la tomate (Tomato spotted wilt virus ou TSWV)**

La maladie de la tache bronzée de la tomate (TSW), causée par le virus de la maladie de la tache annulaire de la tomate (TSWV - *Nepovirus*), est une maladie virale importante qui affecte diverses cultures, y compris les arachides. Le TSWV est transmis par les insectes thrips, notamment *Frankliniella fusca* (fig. 20D). Les plantes infectées peuvent présenter des symptômes tels que le jaunissement, le flétrissement et la nécrose des feuilles, ainsi que des taches sombres sur les gousses (fig. 20 A, B, C). Le TSWV peut entraîner d'importantes pertes de rendement dans les cultures d'arachides. Pour lutter contre le TSWV, des méthodes telles que l'utilisation de cultivars résistants, ainsi que l'intégration de pratiques culturales l'utilisation d'insecticides pour contrôler les insectes vecteurs, sont largement utilisées (Fletcher, 2016).



**Figure (20) :** Phénotype typique d'*Arachis hypogaea* et de *Frankliniella fusca* infectés par le Tomato spotted wilt virus (TSWV). (A) Marbrures chlorotiques sur la surface adaxiale des folioles d'*A. hypogaea*. (B) Taches annulaires concentriques. (C) Chute des pétioles des feuilles et dessèchement des terminaisons. (D) *F. fusca* (I) infecté par le TSWV ne présente aucun symptôme apparent induit par le virus par rapport à son homologue non infecté (U) (Fletcher, 2016).

*Chapitre 03 : Ralstonia  
solanacearum agent de flétrissement  
bactérien*



## 1. La maladie de « flétrissement bactérien »

### 1.1. Historique de la maladie du flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien est une maladie très connue dans le monde car elle nuit aux rendements annuels de diverses cultures industrielles telles que les bananes, le tabac et les arachides, ainsi que des cultures vivrières telles que les pommes de terre, les tomates, les aubergines et les poivrons. Etc.).

Le flétrissement bactérien cause des problèmes économiques aux pays producteurs d'arachides en raison de sa propagation rapide et des dommages considérables aux cultures. La maladie a été découverte pour la première fois en Indonésie par Smith en 1905 (Hayward, 1990). Le syndrome était répandu en Afrique du Sud dans les années 1930 et 1940 (Mehan et Liao, 1994), la première épidémie ayant été signalée par le ministère ougandais de l'agriculture en 1938 dans une ferme de Boukharasa (Zimbwa-Bunya, 1972). Narasimha Morthy et al (2021) et Radhi et al (2016) représentent 10 à 20 % des pertes de récoltes d'arachides.

### 1.2. Les symptômes de la maladie

La bactérie *Ralstonia solanacearum* infecte les arachides à tous les stades de leur croissance. Lorsque les bactéries pénètrent dans les plantes par des blessures, des trous ou par des ouvertures naturelles, elles engendrent :

- L'invasion bactérienne des plants durant les premiers jours de croissance de l'arachide provoque les symptômes suivants : brûlure des semis, développement racinaire primaire et secondaire lent, développement lent ou inexistant des nodules.
- Le stade avancé d'attaque bactérienne des plantes provoque les symptômes suivants : décoloration des racines primaires, brunissement des faisceaux vasculaires, dessèchement des feuilles, pourriture des fruits (Obasa et Haynas, 2022 ; Jia-li et *al.*, 2022).

## 2. *Ralstonia solanacearum* l'agent de flétrissement bactérien

### 2.1. L'échantillonnage de *Ralstonia*

*Ralstonia solanacearum* se trouve dans le sol, la tige, les cotylédons et les feuillettes des plantes infectées. On peut même l'isoler à partir de graines contaminées par *Ralstonia*. Pour faire un échantillonnage adéquat des organes infectés, on doit rincer les organes infectés 5 fois par l'eau distillée en changeant chaque fois l'eau puis on les nettoie superficiellement à l'aide de l'alcool ou l'hypochlorite de sodium pendant 1 min après la désinfection, les échantillons des organes infectés sont à la suite séchés puis découpés en sections de 0,5 à 1cm de long avec des lames de scalpel stériles, puis on les place dans des boîtes pétri contenant de

l'agar mélangé à l'eau puis on les incubées à 25°C , dans le cas de graine infectée on effectue un rinçage 5 fois en changeant chaque fois l'eau en suite on la désinfecté par l'alcool ou l'hypochlorite de sodium pendant 1 min, en suite on les divisées en deux le long de la ligne entre les deux cotylédons de chaque graine, chaque sections se placé face vers le bas sur les boites contient l'agar mélangé à l'eau et incubé en utilisant les mêmes paramètres décrits ci-dessus., pour le sol on prépare une suspension à partir de sol déjà criblé puis on ajoute de l'eau stérile ou le tampon spécifique pour qu'on obtient une suspension.

## 2.2. Description de l'espèce

*Ralstonia solanacearum* est une bactérie phytopathogène à coloration de Gram-négatif appartenant à la famille de *Burkholderiaceae* et au genre *Ralstonia*. Elle se définit par une cellule de forme bâtonnet, 0.5µm de large et 1.5µm de long en moyenne, mobile par plusieurs flagelles polaires (fig. 21). Elle est aérobie strict, possédée une oxydase, ne produite pas de pigments fluorescents et ne possède pas une fermentation (Lui et al., 2023). Le tableau 04 présente les principaux critères biochimiques utilisés pour déterminer la présence de *Ralstonia solanacearum*.

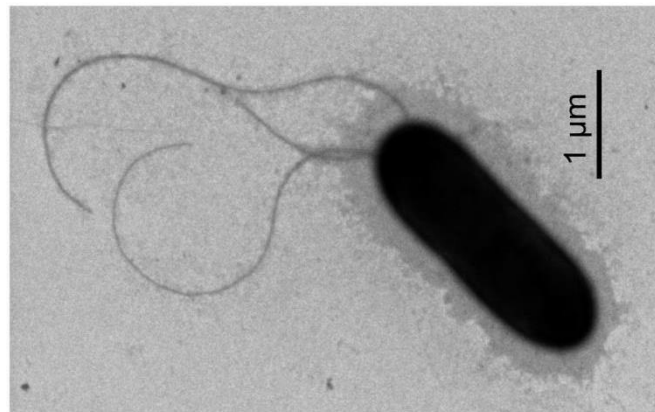


Figure (21) : Micrographie électronique à transmission montrant la morphologie de *Ralstonia solanacearum* (Lui et al., 2023).

## 2.2. Les milieux de culture de *Ralstonia solanacearum*

Les milieux de culture de *R. solanacearum* sont répartis en 2 types spécifiques et généraux. 3 milieux spécifiques sont utilisés pour isoler et révéler la présence de la bactérie recherchée (*R. solanacearum*) dans un échantillon donné, le premier milieu c'est Le Triphenyl Tetrazolium Chloride (TZC) de (Martin et al., 1982) ou le TZC modifié de (Grananda et Sequeira, 1983) ces derniers sont les meilleurs milieux pour l'isolement de *R. solanacearum*. Le troisième milieu c'est le SMSA (Elphinstone et al., 1996). Le deuxième type de milieu c'est les milieux généraux qui sert à enrichir la souche de *R. solanacearum* déjà purifiés, le CPG le CPG {4} et le milieu LPGA qui est l'équivalent de premier milieu {5} (Kumar et al., 2003).

**Tableau 04** : Caractéristiques différentielles appliqués pour identifier des souches bactériennes appartenant à l'espèce *Ralstonia Solanacearum* par des tests biochimiques (Adamou, 2011).

Test	Résultat attendu
Production de pigments fluorescents	-
Inclusions de poly- $\beta$ -hydroxybutyrate	+
Test d'oxydation/fermentation (O/F)	<b>O+/F-</b>
Activité de la catalase	+
Test de l'oxydase de Kovac	+
Réduction du nitrate	+
Utilisation du citrate	+
Croissance à 40 °C	-
Croissance dans du Cl à 1 %	+
Croissance dans du Cl à 2 %	-
Activité de la dihydrolase d'arginine	-
Liquéfaction de la gélatine	-
Hydrolyse de l'amidon	-
Hydrolyse de l'esculine	-
Production de levane	-



**b. Virulent**



**a. Avirulent**

**Figure (22)** : Présentation des colonies de *R.solanacearum* sur le milieu TTC, **A.** virulente **B.** avirulente

([https://www.researchgate.net/figure/Colony-morphology-of-virulent-A-and-avirulent-B-Ralstonia-solanacearum-strains-on-TTC\\_fig2\\_338190441](https://www.researchgate.net/figure/Colony-morphology-of-virulent-A-and-avirulent-B-Ralstonia-solanacearum-strains-on-TTC_fig2_338190441))

### 2.3. Classification taxonomique de *Ralstonia solanacearum*

*Ralstonia solanacearum* est un agent pathogène qui appartient à la Classe *Betaproteobacteria*, au famille *Burkholderiaceae* et au genre *Ralstonia*. Le genre *Ralstonia* comprend plusieurs espèces causant des maladies humaines très rares et végétales très graves. Certaines espèces de *Ralstonia* peuvent provoquer des maladies chez l'homme. Cependant, il convient de noter que l'infection à *Ralstonia* chez l'homme est relativement rare et survient principalement chez les personnes dont le système immunitaire est affaibli, comme celles qui souffrent de maladies chroniques ou celles qui suivent un traitement immunosuppresseur. Mais pour la première fois en 2021, les recherches de Tunçcan et de son équipe ont prouvé que *R. solanacearum* était responsable d'une épidémie nosocomiale, une épidémie monoclonale d'infections sanguines transmises par cathéter infectée par *R. solanacearum*. L'équipe de recherche a démontré que l'épidémie avait été causée par une contamination à la surface du sac de solution saline et à l'intérieur de l'emballage en plastique

À l'aide d'études génotypiques (utilisant la PCR et le séquençage de la région de l'ARNr16S, l'analyse des gènes de résistance aux antibiotiques, la longueur du génome et la teneur en G+C), phénotypiques et chimiotaxonomiques (étude de la morphologie, de la physiologie et des principaux lipides polaires présents), le genre *Ralstonia* a été subdivisé en 10 espèces distinctes *R. mannitolilytica*, *R. insidiosa*, *R. picketti*, *R. pseudosolanacearum*, *R. solanacearum*, *R. syzygii*, *R. wenshamesis*, *R. chuixiongensis*, *R. mojiangensis* et *R. soli* (Lu et al., 2023).

En revanche, *Ralstonia solanacearum* a été classée en cinq biovars basés sur leur capacité de catabolisme des trois disaccharides et des trois alcools hexoses (Hayward, 1964), et en cinq races en fonction de la gamme d'hôtes affectés (Buddenhagen et al., 1962), ainsi qu'en quatre phylotypes en se basant sur l'analyse de la séquence de l'espaceur transcrit interne (ITS) (Fang et Prior, 2005).

#### La position systématique de *Ralstonia solanacearum* (NCBI, 2023)

**Règne :** Bacteria

**Phylum :** *Pseudomonadota*

**Classe :** *Betaproteobacteria*

**Ordre :** *Burkholderiales*

**Famille :** *Burkholderiaceae*

**Genre :** *Ralstonia*.

**Espèce :** *Ralstonia solanacearum*

### 2.3.1. Classification en biovars

*Ralstonia solanacearum* est composée de cinq (5) biovars différents (tableau 05), qui sont déterminés en fonction de leur profil métabolique concernant la capacité de catabolisme des trois disaccharides (cellobiose, lactose et maltose) et des trois alcools de sucre (dulcitol, mannitol et sorbitol) (Tableau 04). Le biovar 5 se distingue des autres biovars par son utilisation des disaccharides, l'oxydation du mannitol, mais pas du dulcitol ni du sorbitol ((Hayward, 1964 ; Mahbou, 2010).

**Tableau 05 :** Différenciation des biovars de *Ralstonia solanacearum* à l'aide de tests

biochimique en fonction de la capacité d'utiliser 6 hydrates de carbone (Mahbou, 2010).

Produits testés	Biovar 1	Biovar 2	Biovar 3	Biovar 4	Biovar 5
<b>Disaccharides</b>					
<b>Cellobiose</b>	–	+	+	–	+
<b>Lactose</b>	–	+	+	–	+
<b>Maltose</b>	–	+	+	–	+
<b>Alcools de sucre</b>					
<b>Mannitol</b>	–	–	+	+	+
<b>Sorbitol</b>	–	–	+	+	–
<b>Dulcitol</b>	–	–	+	+	–

### 2.3.2. Classification en races

Cette classification divise les souches de *R. solanacearum* en cinq races selon la gamme d'hôtes affectés (Buddenhagen et *al.*, 1962).

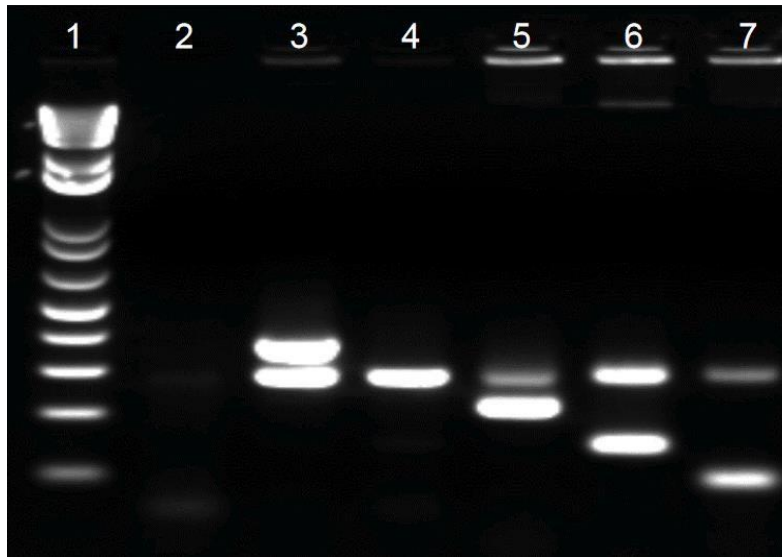
- ✓ La race 1 attaque une large gamme de plantes solanacées provoque le flétrissement bactérien (tabac, tomate, piment, poivron, aubergine, pomme de terre), certaines souches affectent le bananier diploïde et de nombreuses autres cultures comme l'arachide et le gingembre. Cette race est largement répandue dans les régions tropicales et présente la plus large gamme d'hôtes (Mahbou, 2010 ; Thera et *al.*, 2010).
- ✓ La race 2 attaque les bananiers triploïdes (responsables de la maladie de Moko) et certaines espèces d'*Heliconia*. Elle a une température optimale de croissance élevée (35 à 37°C) (Mahbou, 2010 ; Zulperi et Sijam, 2014).

- ✓ La race 3 ou la race froide, infecte la pomme de terre est cause la maladie de pourriture brune de la pomme de terre, le flétrissement méridional du géranium (Champoiseau et al., 2009), et aussi attaque la tomate en milieu tempéré. Encore nommée race froide, sa température optimale est de 24°C (Mahbou, 2010).
- ✓ La race 4 provoquant le flétrissement bactérien du gingembre (*Zingiber officinale*) (Paret et al., 2010).
- ✓ Les souches de la race 5 causent le flétrissement sur mûrier blanc (*Morus spp*) (Mahbou, 2010)

### **2.3.3. Classification par phylotypes**

Un système de classification hiérarchique est proposé par Fegan et Prior (2005) pour refléter la diversité connue au sein du complexe d'espèces de *R. solanacearum* (RSSC). Cette classification comprend les phylotypes I, II, III, et IV, qui sont caractérisés par la position du nombre des amplicons en paires de bases ("pb") sur le gel de migration de l'ADN des souches (fig. 23) et l'analyse de la séquence de l'espaceur transcrit interne (ITS). Le travail taxonomique effectué par Fegan et Prior (2005) donne une nomenclature correcte des sous-groupes de *Ralstonia solanacearum*. Dans cette étude, les souches sont classées en fonction de leur pathogénicité (les facteurs de virulence), de leur origine géographique, de leur épidémiologie et de leur gamme d'hôtes (races). La technique utilisée pour différencier les phylotypes est la PCR-multiplex qui utilise une amorce spécifique pour l'espèce *Ralstonia solanacearum* et 4 amorces spécifique à chaque phylotype. Les caractéristiques des amorces sont présentées dans le tableau 06 (Fegan et Prior, 2005).

La division 1 est équivalente au phylotype I, qui inclut toutes les souches appartenant aux biovars 3, 4 et 5 qui sont isolées dans les régions asiatiques. Le phylotype II est équivalent à la division 2 et est composé de souches appartenant aux biovars 1, 2 et 2T isolées pour la première fois en Amérique et comprend également la race 3 de *Ralstonia solanacearum*, pathogène de la pomme de terre et qui est diffusé dans le monde entier, ainsi que la race 2 pathogène du bananier plantin. Le phylotype III provient d'Afrique et des îles environnantes. Il s'agit des souches appartenant aux biovars 1 et 2T. Le phylotype IV est composé de souches indonésiennes appartenant aux biovars 1, 2 et 2T de *R. solanacearum*. Certaines de ces souches ont également été trouvées récemment en Australie et au Japon. *Pseudomonas syzygii* et la souche responsable de MOKO 'la maladie du sang de la banane' (BDB) sont considérées comme des souches apparentées du phylotype IV (Cook et al., 1989 ; Liu et al., 2023).



**Figure 23) :** Gels caractéristiques de PCR multiplex des quatre principaux groupes génétiques décrits chez *Ralstonia solanacearum* (Fegan et Prior, 2005)

1 : marqueur de poids moléculaire (1kb plus échelle d'ADN), 2 : contrôle négatif, 3: une souche représentative du phylotype II 372 pb, 4 : ACH0732 280 pb, 5 : une souche représentative du phylotype IV 213 pb, 6 : une souche représentative du phylotype I 144 pb, 7 : est une souche représentative du phylotype III 91 pb (Fegan et Prior, 2005).

#### **.2.4 Répartition géographique des souches de *Ralstonia solanacearum***

Les analyses moléculaires effectuées à l'aide de la technique du polymorphisme de longueur de fragments restriction (RFLP) ont permis de diviser les souches en groupes génétiquement homogènes ou en groupes ayant des préférences géographiques (fig. 24). Le tableau 07 montre la répartition des biovars, des races et des groupes en fonction de leurs principaux hôtes et des régions du monde. Les biovars et les races ont été divisés en deux groupes génétiques, sur la base d'une analyse RFLP. Les souches asiatiques de la race 1, biovars 3,4 et 5 sont regroupées en le 1 groupe, les souches américaines de la race 1, biovar 1, de la race 2, biovar 1 et de la race 3, biovar 2 sont regroupées en le 2 groupe (Adamou, 2011).

#### **2.5. Les facteurs de virulences de *Ralstonia solanacearum***

Différents facteurs existent dans le pouvoir pathogène de *Ralstonia solanacearum*. Ces facteurs sont regroupés en 4 types : Les exoenzymes, Les gènes *hrp*, Gènes impliqués dans la motricité de la bactérie et les exopolysaccharides

**Tableau 06** : Les amorces conçues à partir de la région ITS et utilisées dans la technique de PCR multiplex spécifique au phylotype (Adamou, 2011).

Amorce	Séquence (5' - 3')	Phylotype	Taille de l'amplicon lorsqu'il est apparié à l'amorce Nmult : 22:RR
Nmult : 21:1F	CGTTGATGAGGCGCGCAATTT	I (Asiaticum)	144 pb
Nmult : 21:2F	AAGTTATGGACGGTGGAAAGTC	II (Americanum)	372 pb
Nmult : 23:AF	ATTACSAGAGCAATCGAAAGATT	III (Africain)	91 pb
Nmult : 22:Inf.	ATTGCCAAGACGAGAGAAGTA	IV (Tropical)	213 pb
Nmult : 22:RR	TCGCTTGACCCTATAACGAGTA	Tout phylotype	Non applicable (amorce reverse)
759 R	GTCGCCGTCAACTCACTTCC	Ralstonia	280 pb (marqueur interne)
760 F	GTCGCCGTCAGCAATGCGGAATCG	Ralstonia	280 pb (marqueur interne)

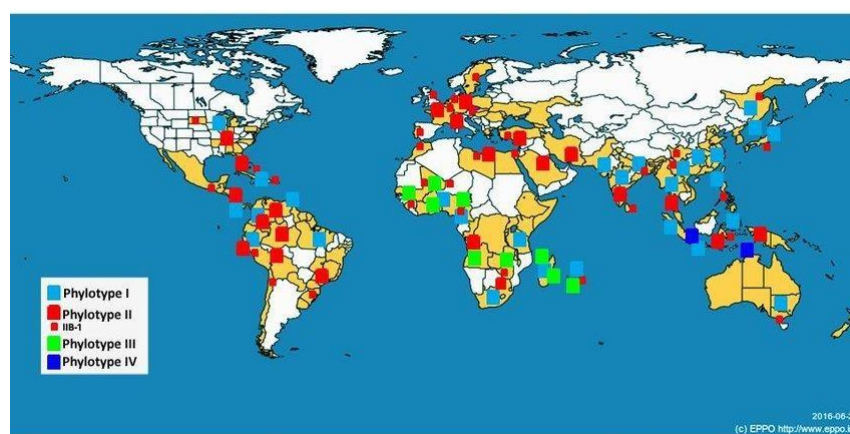


### 2.5.1. Les exoenzymes

Trois enzymes hydrolytiques extracellulaires sécrétées par *R. solanacearum* ont un rôle dans la pathogénicité par leur action dans la dégradation des parois cellulaires des plantes infectés. Il s'agit de l'endoglucanase (Egl ), des polygalacturonases pglA, pglB (ou pehB) et pglC (ou pehC) et d'une pectine méthylestérase (Pme) (Mahbou, 2010), ils sont sécrétés par l'intermédiaire d'un système de sécrétion type II (SST2) (Ravelomanantsoa, 2016).

**Tableau 07** : Répartition des biovars, et divisions des souches de *Ralstonia solanacearum* par rapport à la gamme d'hôtes infectée et la région géographique (Adamou, 2011).

Race	Hôte (s)	Région	Biovar (s)	Division
1	Cosmopolite	Asie, Australie,	3,4	I
		Amériques	1	II
2	Banancier Autres <i>Musa spp.</i>	Caraïbes, Brésil, Philippines	1	II
3	Pomme de terre, Tomate	Monde entier	2	II
4	Gingembre	Asie	3,4	I
5	Mûrier	Chine	5	I



**Figure (24)** : Répartition mondiale de *Ralstonia solanacearum* sur 5 continents (Guinard, 2015).

### 2.5.2. Les gènes hrp

Les gènes *hrp* sont responsables du système sécrétion de type III (SST3) {2}. SST3 permet aux bactéries qui les possèdent de sécréter et d'injecter des effecteurs de type III (ET3)

(Protéines Injectées de *Ralstonia* (Rip)) dans le cytoplasme des cellules hôte. Le rôle principal de ces effecteurs est l'inhibition des mécanismes de défense de l'hôte, donc sans leur SST3 les bactéries seraient incapables de se développer dans les plantes (*in planta*), produire des lésions pathologiques chez les hôtes ou déclencher la réponse hypersensible (RH) chez les non-hôtes. (Guinard, 2015 ; Alfano et Collmer, 2004 ; Salanoubat et *al.*, 2002).

### **2.5.3. Gènes impliqués dans la motricité de la bactérie**

La mobilité de *R. solanacearum* est assurée par les flagelles. L'étude de deux gènes (*fliM* et *fliC*) impliqués dans la voie de biosynthèse du flagelle a montré l'importance de cet organe dans le stade précoce de l'invasion et la colonisation de la plante (Tans-Kersten et *al.*, 2001).

### **2.5.4. Les exopolysaccharides**

Les exopolysaccharides jouent un rôle important dans la pathogénicité de *Ralstonia solanacearum* (Garg et *al.*, 2000). La production d'EPS est régulée par les gènes *eps* et *ops* (Mahbou, 2010). Quand *Ralstonia solanacearum* infecte les vaisseaux du xylème elle produit de grandes quantités des exopolysaccharides, ce qui est essentiel pour le flétrissement car ses exopolysaccharides provoquent la formation de bouchons qui empêchent la circulation des éléments minéraux et de l'eau (Hayashi et *al.*, 2019 ; Mahbou, 2011 ; Denny et *al.*, 1990).

## **2.6. Cycle de vie de *Ralstonia solanacearum***

*R. solanacearum* se développe sous une forme contagieuse dans une plante hôte, où il provoque des symptômes de flétrissement. Elle peut aussi se développer sous forme d'infection latente, c'est-à-dire qu'elle est capable d'infecter une plante hôte mais sans produire des symptômes, comme a été observé sur le géranium (*Pelargonium hortorum*) (Guinard, 2015). La colonisation du plant se déroule en trois étapes (fig. 25). L'adhésion de la bactérie à la surface de la racine par l'intermédiaire (de pili de type 4), qui est attirée par le chimiotactisme (Kang, et *al.*, 2002). La bactérie pénètre dans la plante hôte soit par des blessures, soit par l'utilisation du matériel contaminé, soit par des ouvertures naturelles dues à l'émergence de la racine principale ou de racines adventives (Guinard, 2015). Elle colonise ensuite le cortex racinaire via les espaces intercellulaires du parenchyme racinaire, sécrétant des exopectinases pour pénétrer dans les tissus du xylème (Vasse et *al.*, 1995). La bactérie progresse ensuite dans la tige de la plante, où elle se développe à travers l'endoderme jusqu'au cylindre central et produisant des exopolysaccharides (EPS). Ces EPS empêchent la circulation de l'eau dans la plante, ce qui provoque un flétrissement de la plante (Guinard, 2015, Denny et *al.*, 1990). C'est

à ce stade de l'infection, lorsque la bactérie a envahi les vaisseaux de la plante, que les symptômes commencent à apparaître, d'abord sur les jeunes feuilles, puis sur toute la plante qui finit par mourir (fig. 25) (Guinard, 2015). Ces symptômes apparaissent que lorsque la concentration de la population bactérienne dépasse  $10^7$  cfu/g de tissu frais (McGarvey et al., 1999). La bactérie est ensuite retournée dans le sol, où elle peut survivre pendant plusieurs années, en raison de la capacité de *R. solanacearum* à dégrader les débris végétaux contaminés et métabolise composés aromatiques de la lignine et aussi du taux d'humidité du sol (Guinard, 2015).

## **1.7. La lutte contre la maladie**

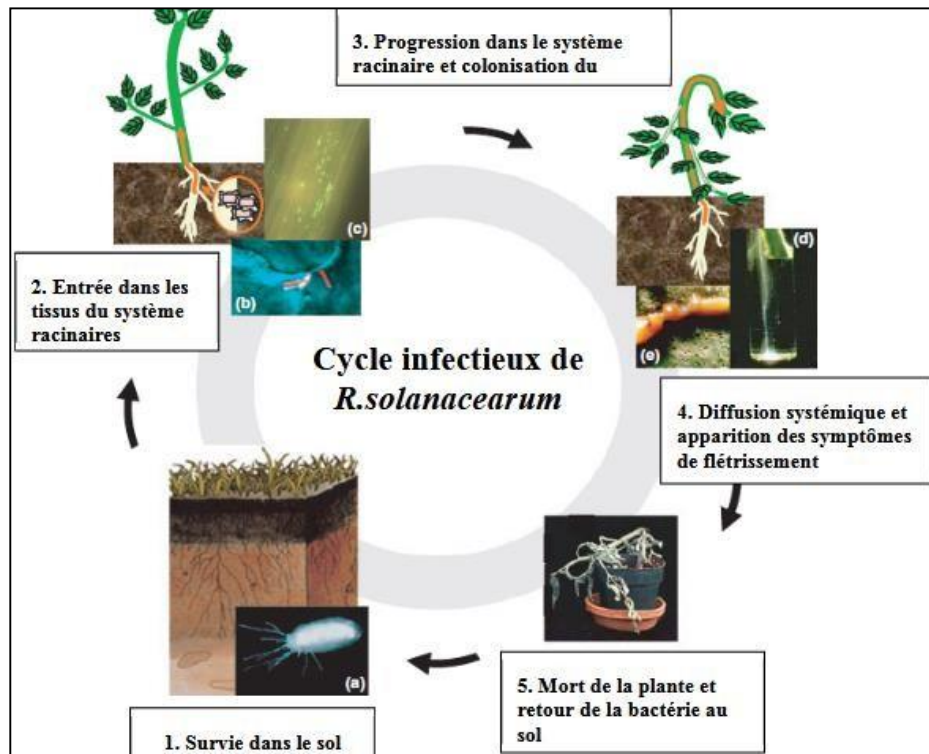
### **1.7.1. La lutte chimique**

L'application des bactericides chimiques se fait soit sur les feuillettes soit sur l'eau d'arrosage ou sur sol selon leur caractères physico-chimiques, le taux d'absorption des bactericides par voie foliaire ne dépasse pas 10% (Adamou, 2011), les agents chimiques ne soignent pas la maladie mais elle réduit à un certain niveau l'infection et retarder le pic de la maladie (Jia-li et al., 2022), l'application de fumigant comme chloropicrin, meta sodium, 1,3-dichloropropene, Dazomet, et Bromomethane, ou bien le mélange methyl bromide combined with 1,3-dichloropropene contrôle 72%-100% de la maladie ( Manda et al., 2020 et Jiang et al., 2017).

### **1.7.2. La lutte biologique**

Ces méthodes consistent à contrôler un organisme pathogène par l'utilisation des espèces appartenant soit au règne animal soit au règne végétal, ou qui en dérivent (Mahbou, 2011). on utilise la souche avirulente de *R. solanacearum* ou une souche pathogène mais incompatible à la plante hôte, soit une souche saprophyte pour contrôler le danger de la souche virulente de cette dernière selon le processus suivant:

- Isolement des multiples souches sur le milieu TZC
- Préparation des inocula bactériens dans un tampon phosphaté 0,01 M, pH 7,2, ajustée à 600 nm.
- Inoculation par piqure les tiges (Kempe et Sequeira, 1983)



**Figure (25) :** Cycle infectieux de *Ralstonia Solanacearum*. (a) Observation au microscope électronique à Transmission de la souche *GMI1000* de type sauvage. (b) Observation confocale de bactéries (en rouge) attachées à la surface de cellules végétales. (c) Bactéries exprimant la protéine Fluorescente verte visualisées à la surface d'une racine de tomate. (d) Bactéries suintant d'une tige de tomate infectée dans l'eau. (e) Matrice exopolysaccharidique bactérienne suintant des vaisseaux de la tige après une coupe transversale (Genin, 2010).

L'enrichissement de sol en substance organique (boue de station d'épuration, farine de soja, bagasse de canne à sucre), en urée et oxyde de calcium ont donné des résultats intéressants dans le contrôle du flétrissement bactérienne. Ceci serait dû à une amélioration de la résistance du sol et à une réduction de la population bactérienne. L'utilisation de plantes non-hôtes (maïs, riz) en cultures intercalaires s'avère efficace dans la réduction de l'incidence de la maladie viala réduction de la quantité d'inoculum (Mahbou, 2010).

La phagothérapie est un autre biocontrôle pour lutter contre la prolifération de *R. solanacearum* on utilisant des bactériophages lytique ayant une large gamme d'hôtes et une forte activité lytique, ces dernières sont les suivantes ( $\Phi$ RSA1,  $\Phi$ RSB1,  $\Phi$ RSL-1), les bactériophages sont utilisés seul ou avec un mélange de 2 ou 3 ,  $\Phi$ RSA1,  $\Phi$ RSB1 ayant une action rapide sur la population de *R. Solancearum* (2 à 3 h) tandis que  $\Phi$ RSL-1 prend plus de temps pour réagir contre *R. Solanacearum* (3 à 4h).il est important de signaler que la meilleur bactériophage pour contrôler les populations de *Ralstonia* et lutter contre la maladie de

flétrissement bactérien c'est  $\Phi$ RSL-1, elle est utilisée fréquemment dans les expériences *in vitro* et *in planta* (Fujiwara, 2011).

### **1.7.3. Lutte agronomique**

Différentes méthodes culturales peuvent réduire les populations bactériennes de *Ralstonia solanacearum*. Parmi celles-ci, on retrouve l'irrigation, la rotation culturale, la fertilisation et l'application d'une période de sécheresse de 20 jours dans le sol et la rhizosphère après 26 semaines de culture (7 à 8 mois). Ces pratiques contribuent à diminuer le taux de populations bactériennes.

Les plantes non hôtes de *R. solanacearum* jouent un rôle majeur dans la dispersion de la maladie de flétrissement bactérien. Elles servent de réservoir de cette bactérie, qui se trouve en abondance dans la rhizosphère de ces plantes non hôtes telles que le maïs, le haricot et la canne à sucre. Cela rend la bactérie néfaste, même à de faibles concentrations d'environ 10<sup>2</sup> cfu/g.

La fertilisation minérale peut également favoriser l'entrée de *R. solanacearum*. Par exemple, une quantité excessive d'azote favorise une infection en augmentant la transpiration et l'ouverture des stomates, tandis que le potassium renforce la résistance des plantes aux maladies bactériennes (Adamou, 2011).

### **1.7.4. Lutte intégrée**

Afin de minimiser au maximum les pertes engendrées par la bactérie *R. solanacearum*, il est nécessaire de suivre un programme qui inclut tous les types de lutte (biologique, chimique, agronomique, génétique).

### **1.7.5. Lutte génétique**

C'est le moyen le plus utilisé et le plus efficace pour lutter contre la maladie de flétrissement bactérienne, en utilisant une cartographie fine des QTL pour la résistance au flétrissement bactérien pour la sélection assistée par marqueurs de variétés résistantes aux maladies. Une population recombinante consanguine comprenant 521 lignées a été utilisée pour construire une carte de liaison génétique à haute densité et pour identifier les QTL pour la résistance au flétrissement bactérien après le séquençage de l'ADN associé au site de restriction

### **1.7.6. Mesures préventives**

La télédétection est utilisée dans le monde entier pour une variété d'applications, y compris l'agriculture. De nombreux pays ont adopté cette technologie pour surveiller et gérer plus

efficacement les terres agricoles. En chine, par exemple, la télédétection a été intégré dans les pratiques agricoles pour surveiller l'état des cultures, gérer les ressources en eau et améliorer l'efficacité de l'utilisation des terres agricoles.

Cette technique repose sur quatre principes : la détection de surface, l'enquête multi spatiale des champs, le contrôle quotidien garanti et la surveillance des systèmes de traitement des données. Malgré son coût, la surveillance aérospatiale présente plusieurs avantages. Elle permet de déterminer l'état des plantes et les zones endommagées, de détecter le taux d'humidité du sol, de fournir une image à haute résolution et très détaillée couvrant de vastes zones de culture, de fournir des conditions favorables à la végétation et de déterminer le type et le moment de la culture. Elle permet également de détecter les carences nutritionnelles et la prolifération d'insectes phytopathogènes ainsi que les maladies virales, fongiques ou bactériennes, grâce à des innovations technologiques ([https://innovatione.eu/fr/2020/07/15/applications-de-la-teledetection-par-satellite-dans-lagriculture/?fbclid=IwAR3xZ-hIELn6QGTfJdMBNSL46SHd2JZL57kcTa-5zuR7A\\_p0HbWp8iLxsDs](https://innovatione.eu/fr/2020/07/15/applications-de-la-teledetection-par-satellite-dans-lagriculture/?fbclid=IwAR3xZ-hIELn6QGTfJdMBNSL46SHd2JZL57kcTa-5zuR7A_p0HbWp8iLxsDs)).

## *Conclusion générale*

## *La conclusion*

L'arachide (*Arachis hypogaea L*) est une plante annuelle avec une histoire de 7000 ans. Elle est originaire d'Amérique du Sud, en particulier du bassin amazonien. Elle appartient à la famille des légumineuses et ses fruits (cacahuètes) ont différentes variétés (Runner, Spanish, Valencia, Virginia).

Dans cette étude bibliographique, nous avons démontré l'architecture morphologique de deux sous-espèces *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* et *A. hypogaea* subsp. *Fastigiata*, ainsi que leur cycle de vie autofertile. La partie la plus fascinante de ce cycle est une vraie découverte pour nous. C'est lorsque l'ovaire s'allonge en raison d'un géotropisme positif et plonge en terre sous forme de tige où il fructifie sous-sol pour donner une gousse qui contient habituellement deux graines.

L'étude a révélé que la culture d'arachide présente des avantages économiques et sa production domine dans le monde entier, grâce à son étonnante plasticité d'adaptation à la température, aux sols et aux demandes en eau des différentes zones climatiques.

La chine et l'inde sont les premiers producteurs mondiaux de cacahuètes avec 49% de la production mondiale. À l'échelle nationale la culture d'arachides a connu un grand développement depuis 2003 jusqu'à 2019. La wilaya d'El-Oued est à la tête des producteurs de cacahuètes en Algérie.

Cette recherche nous a permis d'exposer les phytopathogènes (champignons, virus, bactéries) et les ravageurs qui attaquent la culture arachidière. Il faut noter que la lutte contre les ravageurs se fait dans la majorité des cas par l'utilisation des insecticides. Nous avons évité de nommer les insecticides, car il est important de noter Il est important de noter que les réglementations concernant l'utilisation des pesticides peuvent changer au fil du temps à mesure que de nouvelles connaissances scientifiques deviennent disponibles. Elle doit se faire conformément aux réglementations locales de chaque pays et aux bonnes pratiques agricoles. Pour une utilisation correcte et sûre des pesticides, il faut consulter les autorités agricoles, les experts en lutte antiparasitaire et les recommandations sur les étiquettes des produits

Néanmoins, la maladie la plus grave qui engendre des dégâts allant de 20% jusqu'à 100% c'est le flétrissement bactérien provoqué par *Ralstonia solanacearum*, l'une des phyto bactéries les plus dévastatrices de la planète. Les *Ralstonia spp.* sont des bactéries aérobies à Gram négatif,



positives à l'oxydase et à la catalase, qui prospèrent dans le sol et l'eau, classée selon la gamme d'hôtes, les répartitions géographique, et les caractéristiques génétiques en races, biovars et phylotypes,

Cette recherche nous a permis de savoir que la souche virulente de *Ralstonia* possède quatre facteurs de virulence qui jouent un rôle capital dans son interaction avec les plantes hôtes. Le premier facteur est la production d'exoenzymes, qui permettent à la bactérie de dégrader les parois cellulaires des plantes hôtes. Le deuxième facteur est constitué des gènes *hrp* qui permettent à la bactérie d'injecter des effecteurs de type III dans le cytoplasme des plantes infectées et qui inhibent les mécanismes de défense des plantes et déclenchent une réponse hypersensible chez les plantes non-hôtes. Le troisième facteur est lié à la présence de gènes impliqués dans la biosynthèse des flagelles, qui jouent un rôle crucial dans les premiers stades de l'invasion et de la colonisation des plantes. Enfin, le dernier facteur est la production d'exopolysaccharides (EPS) qui sont sécrétés en grandes quantités lors de la colonisation des vaisseaux du xylème, provoquant le flétrissement bactérien en formant des bouchons qui entravent la circulation des nutriments et de l'eau.

En dernière analyse, nous avons introduit plusieurs techniques que l'agriculteur peut utiliser pour lutter contre *Ralstonia solanacearum*. Parmi eux, l'utilisation de plantes résistantes génétiquement modifiées, rotation des cultures, assainissement des outils et de l'équipement, la lutte contre les insectes vecteurs. Une des techniques prometteuses est l'utilisation des bactériophages lytiques.

Par conséquent, la surveillance régulière des symptômes est primordiale par l'introduction de la nouvelle technologie nommée la télédétection par satellite. Cette technique est largement utilisée dans les pays développées soit par les agriculteurs ou par les entreprises privées.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

- Adamou, I.** (2011). Caractérisation des souches locales de *Ralstonia solanacearum* et évaluation du comportement de six variétés de pomme de terre (*solanumtuberosum l.*) face à la souche rs-09-76, au Niger. Thèse de doctorat : Sciences biologiques appliquées, Phytopathologie. Ouagadougou : Université d’Ouagadougou, 197 p  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjPnNGIu5P\\_AhXEKQEHUdBD0QFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fbeep.ird.fr%2Fcolle ct%2Fuouaga%2Findex%2Fassoc%2FM11914.dir%2FM11914.pdf&usg=AOvVaw3abvO8hBNJHWmRVEZ\\_Z9Dz](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjPnNGIu5P_AhXEKQEHUdBD0QFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fbeep.ird.fr%2Fcolle ct%2Fuouaga%2Findex%2Fassoc%2FM11914.dir%2FM11914.pdf&usg=AOvVaw3abvO8hBNJHWmRVEZ_Z9Dz).
- Agriculture :** Lignes directrices sur la lutte antiparasitaire pour la floriculture et le pépinières ornementales (Pourriture noire des racines). (2023). UCIPM. (Page consultée le 05/06/2023) <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/floriculture-and-ornamental-nurseries/thielaviopsisrootrot/#:~:text=The%20benzimidazole%20fungicides%20such%20as,%C2%B0F%20for%201%20hour>
- Allen lab Protocol.** (2013). Culture and maintenance of *Ralstonia solanacearum*  
<https://www.yumpu.com/en/document/read/54751940/r-solanacearum-culture-media-methods>
- Arinana, A, Hutapea, F., Nandika, D., et Haneda, N.** (2020). Field evaluation of subterranean termites palatability on treated pine wood in Alam Sinarsari Residence, West Java. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*. 935. 012012. 10.1088/1757-899X/935/1/012012
- Bello, C. A., Aimée, T., Salissou, O., et Laouali, S. M.** (2019). Fiche technique-économique pour culture pure de l’arachide. Région de Zinder : Chambre Régionale d’agriculture de Zinder / CRA, 3p <https://reca-niger.org/IMG/pdf/-26.pdf>
- Brust, G. E.** (2007). Understanding a major Pest problem in the Mid-Atlantic (a Survey for thrips. University of Maryland Extension, College Park, MD. (CABI) Centre for Agriculture and Bioscience International. 2020. *Frankliniella fusca*. *Plant Knowledge Bank datasheet* 24421 <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/datasheet/24421>
- Champoiseau, P, G., Jones, J. B., et Allen, C.** (2009). *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2 causes tropical losses and temperate anxieties. *Plant Health Progress*, 10(1), 35
- Chevalier, A., Goubeaux, J., et Vuillet, J, F.** (1934). Monographie de l’Arachide (Suite). *Revue de botanique appliquée et d’agriculture coloniale*, 14 (156). pp.833-864  
<https://doi.org/10.3406/jatba.1934.5422>

- Cook, D., Barlow, E., et Sequeira, L.** (1989). Genetic diversity of *Pseudomonas solanacearum*: detection of restriction fragment length polymorphisms with DNA probes that specify virulence and the hypersensitive response. *Molecular plant-microbe interactions*, 2(3), 113-121 <https://www.apsnet.org>
- Dalynn biologicals.** (2014). Motility agar (TTC) [http://www.dalynn.com/dyn/ck\\_assets/files/tech/TM80.pdf](http://www.dalynn.com/dyn/ck_assets/files/tech/TM80.pdf)
- De Beer, J. F.** (1963). Influence of temperature on *Arachis hypogaea* L : with special references to its pollen viability. *Wageningen* : PUDOC. 81 P
- Denny, TP, Carney BF., et Schell MA.** (1990). Inactivation of multiple virulence genes reduces the ability of *Pseudomonas solanacearum* to cause wilt symptoms. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 3:293-300 <https://doi.org/10.1094/mpmi-3-293>
- Fegan, M., et Prior, P.** (2005). How complex is the *Ralstonia solanacearum* species complex. Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex, 1(15), 449-461 <https://www.researchgate.net/profile/PhilippePrior/publication/3762829>
- Fletcher, S. J., Shrestha, A., Peters, J. R., Carroll, B. J., Srinivasan, R., Pappu, H. R., et Mitter, N.** (2016). The Tomato Spotted Wilt Virus Genome Is Processed Differentially in its Plant Host *Arachis hypogaea* and its Thrips Vector *Frankliniella fusca*. *Frontiers in plant science*, 7, 1349 <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01349>
- Florida peanut producers association.** (2014).How peanut grow <https://www.flpeanuts.com/how-peanuts-grow/>
- Fujiwara, A., Fujisawa, M., Kawasaki, T., Fujie, M., et Yamada, T.** (2011). Biocontrol of *Ralstonia solanacearum* by treatment with lytic bacteriophages, *Applied and environmental microbiology*, 77(12), 4155–4162. <https://doi.org/10.1128/AEM.02847-10>
- Fulmer, M. A., Mehra, L. K., Kemerait jr, R. C., Brenneman, T. B., Culbreath, A. K., Stevenson, K. L., et Cantonwine, E. G.** (2019). Relating peanut Rx risk factors to epidemics of early and late leaf spots of peanut, 103(12) :3226-3233 <https://doi.org/10.1094/pdis-10-18-1782-re>
- Garcia, R., Kerns, J. P., et Thiessen, L.** (2018). *Ralstonia solanacearum* species complex: a quick diagnostic guide, *Plant Health progress*, 20: 7-13 <https://doi.org/10.1094/PHP-04-18-0015-DG>
- Garg, R. P., Huang, J., Yindeeoungyeon, W., Denny, T. P., et Schell, M. A.** (2000). Multicomponent transcriptional regulation at the complex promoter of the exopolysaccharide I biosynthetic operon of *Ralstonia solanacearum*. *Journal of*

- bacteriology*, 182(23), 6659–6666 <https://doi.org/10.1128.>
- Genin, S.** (2010). Molecular traits controlling host range and adaptation to plants in *Ralstonia solanacearum*. *The New phytologist*, 187(4), 920–928  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03397.x>.
- Ghosh, T., Ali, M., Biswas, M.K., Guin, C., et Roy, P.** (2018). A review of characterization, Therapeutique approches and pathogenesis of *Macrophomina phaseolina*, 19(3&4) : 74-84  
[https://www.researchgate.net/publication/324113715\\_A\\_review\\_on\\_characterization\\_therapeutic\\_approaches\\_and\\_pathogenesis\\_of\\_Macrophomina\\_phaseolina](https://www.researchgate.net/publication/324113715_A_review_on_characterization_therapeutic_approaches_and_pathogenesis_of_Macrophomina_phaseolina)
- Granada, G. A. et Sequeira L.,** 1983. Survival of *Pseudomonas solanacearum* in the soil rhizosphere, and plant roots. *Phytopathology*, 29 (4) : 433–440  
<https://doi.org/10.1139/m83-070>.
- Guinard, J.** (2015). Dynamique évolutive de *Ralstonia solanacearum* en réponse aux pressions de sélection de l’aubergine résistante : approche populationnelle, de génétique évolutive et fonctionnelle de la durabilité de la résistance. Thèse doctorat : Génétique des populations, phytopathologie, bactériologie, épidémiologie moléculaire. Saint-Denis : Université de la Réunion, 416 p  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjg7deN9JX\\_AhUwUqQEHSM2DtkQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.theses.fr%2F2015LARE0032.pdf&usg=AOvVaw1Czg0\\_7kaBwx\\_b0IN8H024m](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjg7deN9JX_AhUwUqQEHSM2DtkQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.theses.fr%2F2015LARE0032.pdf&usg=AOvVaw1Czg0_7kaBwx_b0IN8H024m)
- Hayashi, K., Senuma, W., Kai, K., Kiba, A., Ohnishi, K., et Hikichi, Y.** (2019). Major exopolysaccharide, EPS I, is associated with the feedback loop in the quorum sensing of *Ralstonia solanacearum* strain OE1-1. *Molecular plant pathology*, 20(12), 1740-1747  
<https://doi.org/10.1111/mpp.12870>
- Hayward, A. C.** (1990). Diagnosis, Distribution and status groundnut bacterial wilt. Pages: 12-17 in Bacterial wilt of Groundnut: proceedings of an ACIAP/ICRISAT collaborative research planning meeting, 18-19 Mars 1990, Genting Highlands, Malaysia (Middleton, K. J et Hayward, A. C., eds.). ACIAR Proceedings no. 31. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research. ISBN : 1 86320 019 3  
<https://www.aciar.gov.au/publication/technical-publications/bacterial-wilt-groundnut>
- Innovatione.** (2020). Applications de la télédétection par satellite dans l’agriculture  
<https://innovatione.eu/fr/2020/07/15/applications-de-la-teledetection-par-satellite->

[dans-lagriculture/#:~:text=L'imagerie%20satellitaire%20est%20extr%C3%AAmement%20Assureurs%20et%20%C3%A9valuer%20les%20terres.](#)

- Jia-li, G., Dong-li, S., Xing, W., et Xiao-Jun, W.** (2022). Reaserch progress of peanut bacterial wilt in china. *Chinese journal of oil crop sciences*, 44(6), 1159 [10.19802/j.issn.1007-9084.2021298](https://doi.org/10.19802/j.issn.1007-9084.2021298)
- Jiang, G., Wei, Z., Xu, J., Chen, H., Zhang, Y., She, X., Macho, A. P., Ding, W., & Liao, B.** (2017). Bacterial Wilt in China: History, Current Status, and Future Perspectives. *Frontiers in plant science*, 8, 1549 <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01549>
- Kang, Y., Liu, H., Genin, S., Schell, M. A., et Denny, T. P.** (2002). *Ralstonia solanacearum* requires type 4 pili to adhere to multiple surfaces and for natural transformation and virulence. *Molecular microbiology*, 46(2), 427–437 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2958.2002.03187.x>
- Kempe, J., et Sequeira, L.** (1983). Biological control of bacterial wilt of potatoes: Attempts to induce resistance by treating tubers with bacteria. *Plant disease*, 36:499-503 [https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1983Abstracts/PD\\_67\\_499.htm](https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1983Abstracts/PD_67_499.htm)
- Kokalis-Burelle, N., Porter, D. M., Rodríguez-Kábana, R., Smith, D. H., et Subrahmanyam, P.** (1997). Compendium of peanut diseases: Second Edition. United States of America (Minnesota): The American Phytopathological Society. 11p <http://oar.icrisat.org/5028/1/JA%201705.pdf>
- Kunta, S., Chu, Y., Levy, Y., Harel, A., Abbo, S., Ozias-Akins, P., et Hovav, R.** (2022). Identification of a major locus for flowering pattern sheds light on plant architecture diversification in cultivated peanut. *TAG. Theoretical and applied genetics*. 135(5), 1767–1777 <https://doi.org/10.1101/2021.03.18.435916>
- Landry, D., González-Fuente, M., Deslandes, L., & Peeters, N.** (2020). The large, diverse, and robust arsenal of *Ralstonia solanacearum* type III effectors and their in planta functions. *Molecular plant pathology*, 21(10), 1377–1388. <https://doi.org/10.1111/mpp.12977>
- Leonard, D.** (1987). Cultures traditionnelles de plein champ, Peace Corps, 1987, 497 p. (Bibliothèque pour le développement durable et les besoins humains essentiels, New Zeland Digital Library, University of Walkato) [http://eastafricaschoolserver.org/content/\\_public/Reference%20Tools/Peace%20Corps%20Resources/R0065\\_Cultures\\_Traditionnelles\\_de\\_Plein\\_Champ.pdf](http://eastafricaschoolserver.org/content/_public/Reference%20Tools/Peace%20Corps%20Resources/R0065_Cultures_Traditionnelles_de_Plein_Champ.pdf)

- Linnaeus, C.** (1753). *Species plantarum : Exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas*. Stockholm: *Maison Laurentius Salivius*. 741p <https://doi.org/10.5962/bhl.title.669>.
- Liu, J. Y., Zhang, J. F., Wu, H. L., Chen, Z., Li, S. Y., Li, H. M., Zhang, C. P., Zhou, Y. Q., et Lu, C. H.** (2023). Proposal to classify *Ralstonia solanacearum* phylotype I strains as *Ralstonia nicotianae* sp. nov., and a genomic comparison between members of the genus *Ralstonia*. *Frontiers in microbiology*, *14*, 1135872 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1135872>
- Mahbou Somo Toukam, G.** (2010). Diversite de *Ralstonia solanacearum* au Cameroun et bases génétiques de la résistance chez le piment (*Capsicum Annuum*) et les *solanacées*. Thèse de doctorat : Biologie Génétique Évolutive et d'Amélioration des Plantes. Paris : L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, 191p <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00607879>.
- Manda, R. R., Adanki e V. A., et Srivastava, S.** (2020). Bacterial wilt of solanaceous crops. *International Journal of Chemical Studies*, *8*(6): 1048-1057 <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i6o.10903>
- Mayeux, A., Dasyuva, A., Massaly, F., Baldé, M., Ntare, B., et Giner, M.** (2001). Technical basics for the production of groundnut seeds. 49-50p <https://agritrop.cirad.fr/487596/2/ID487596ENG.pdf>
- McGarvey, J. A., Denny, T. P., et Schell, M. A.** (1999). Spatial-Temporal and Quantitative Analysis of Growth and EPS I Production by *Ralstonia solanacearum* in Resistant and Susceptible Tomato Cultivars. *Phytopathology*, *89*(12), 1233–1239 <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1999.89.12.1233>.
- Mehan, V. K., Mc Donald, D., et Subrahmanyam, p.** (1985). Bacterial Wilt of Groundnut: Control with Emphasis on host plant resistance. Pages: 112-119 in Bacterial wilt disease in Asia and the South pacific: proceedings of an international workshop held at PICARRD, 8-10 Octobre 1985, Los Baños, Philippines (Persley, G. J., eds.). PICARRD Proceedings no.230.Andhra Pradesh, Inde: *International Crops Research Institute for the semi-Arid Tropics* [http://oar.icrisat.org/4204/1/CP\\_230.pdf](http://oar.icrisat.org/4204/1/CP_230.pdf)
- Mehan, V.K., et Liao, B.S.** 1994. Groundnut bacterial wilt: past, present, and future. Pages 67-88 in Groundnut bacterial wilt in Mia: proceedings of the Third Working Group meeting, 4-5 Juliet 1994, Oil Crops Research Institute, Wuhan, China (Mehan. V. K. and McDonald, D., eds.). Palancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 6 <http://oar.icrisat.org/2177/1/RA00249.pdf>

- Muimba-Kankolongo, A.** (2018). Food crop production by Small Holder Farmers in South Africa: Challenges and opportunities for improvement. Academic print (Elsevier). 119,189, 190p <https://www.sciencedirect.com/book/9780128143834/food-crop-production-by-smallholder-farmers-in-southern-africa>
- Mummadi, L. K.** (2000). Chemical control of root grub *Holotrichia consanguinea* on groundnut. *Journal of Research ANGRAU*, 28(1&2) :82-83  
[https://www.researchgate.net/publication/324908921\\_Chemical\\_control\\_of\\_root\\_grub\\_Holotrichia\\_consanguinea\\_on\\_groundnut](https://www.researchgate.net/publication/324908921_Chemical_control_of_root_grub_Holotrichia_consanguinea_on_groundnut)
- Narasimha Morthy, K., Soumya, K., Udayashankar, A.C., Srinivasc, C., et Jogaiash, S.** (2021). Agents de lutte biologique et métabolites secondaires : Applications et immunisation pour la croissance et la protection des plantes. *Woodhead publishing* (Elsevier): Inde. (153-154p) <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822919-4.00007-7>
- Obasa, K., et Haynes, L.** 2022. Two New Bacterial Pathogens of Peanut, Causing Early Seedling Decline Disease, Identified in the Texas Panhandle, *APS publications*, 106 : 648-658 <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PDIS-07-21-1555-RE>
- Ousmane, A.** (2022). Enquête sur des conditions d'utilisation des produits phytosanitaires sur des cultures de blé dur à Constantine et au lac (Tchad). Mémoire de master : Ecologie et Environnement. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine, 51 p  
<https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2022>
- Pal, S. K.** (1977). White grubs and their management. Jadhpur India. *Central Arid Zone Research Institute*. 7p [http://cazri.res.in/publications/KrishiKosh/13-\(White%20grubs%20and%20their%20managment\).pdf](http://cazri.res.in/publications/KrishiKosh/13-(White%20grubs%20and%20their%20managment).pdf)
- Paret, M. L., Kubota, R., Jenkins, D. M., et Alvarez, A. M.** (2010). Survival of *Ralstonia solanacearum* race 4 in drainage water and soil and detection with immunodiagnostic and DNA-based assays. *Horttechnology*, 20(3), 539-548  
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.3.539>
- Poussier, S.** (2000). Exportation de la diversité génétique de *Ralstonia solanacearum*, Agent du flétrissement bactérien. Détection et dynamique des populations dans les réservoirs d'inoculum. Thèse de doctorat : Sciences biologiques. Université de Rennes I, 131p
- Prévoit, P., et Ollagnier Michel.** (1957). Le problème de l'eau dans l'arachide. *Oléagineux*, 12 (4) : 215-223 <https://agritrop.cirad.fr/430917/>.



- Qi, F., Sun, Z., Liu, H., Zheng, Z., Qin, L., Shi, L., Chen, Q., Liu, H., Lin, X., Miao, L., Tian, M., Wang, X., Huang, B., Dong, Zhang, X.** (2022). QTL identification, fine mapping, and marker development for breeding peanut (*Arachis hypogaea L.*) resistant to bacterial wilt. *Theoretical and Applied Genetics*, 135 : 1319-1330
- Radhi, M. Z. A., Adam. M. B., Saud, H. M., Hamid, M. N., Tony, P. S. H., et Tan, G. H.** (2016). Efficacy of smart fertilizer for combating bacterial wilt disease in *Solanum lycopersicum*, *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 4(7), 137-143  
<https://directresearchpublisher.org/drjafs/files/2016/06/DRJA11319565.pdf>
- Richards, A.** (2000). Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of experimental botany*, 51(447-458) : 2000  
[https://doi.org/10.1093/jexbot/51.suppl\\_1.447](https://doi.org/10.1093/jexbot/51.suppl_1.447)
- Salanoubat, M., Genin, S., Artiguenave, F., Gouzy, J., Mangenot, S., Arlat, M., Billault, A., Brottier, P., Camus, J. C., Cattolico, L., Chandler, M., Choisine, N., Claudel-Renard, C., Cunnac, S., Demange, N., Gaspin, C., Lavie, M., Moisan, A., Robert, C., Saurin, W., et Boucher, C. A.** (2002). Genome sequence of the plant pathogen *Ralstonia solanacearum*. *Nature*, 415(6871) : 497–502  
<https://doi.org/10.1038/415497a>.
- Schilling, R.** (2001). Oléagineux, Corps Gras, Lipides : Soja, arachide, coton : aspects des conditions d'évolution des filières (Arachide Données agronomiques de base sur la culture arachidière), 8(3) : 230-6  
[https://agritrop.cirad.fr/480029/1/document\\_480029.pdf](https://agritrop.cirad.fr/480029/1/document_480029.pdf)
- Shi, Z., Zhu, J., Wu, J.; Cao, A., Fang, W., Yan, D., Wang, Q., et Li, Y.** 2022. Effects of Chloropicrin, Dimethyl Disulfide and Metham Sodium Applied Simultaneously on Soil-Born Bacteria and Fungi. *Agriculture*, 12, 1982. <https://doi.org/10.3390/agriculture12121982>
- Simbwa-Bunnya, M.** (1972). Resistance of Groundnut Varieties to Bacterial Wilt (*Pseudomonas solanacearum*) in Uganda, *East African Agricultural and Forestry Journal*, 37(4): 341-343 <https://doi.org/10.1080/00128325.1972.11662549>
- Singh, S. R., Jackai, L. E. N., Dos Santos. J. H. R., et Adalla, C.B.** (1990). Insect pests of tropical food. *PANS Pest Articles & News Summaries*, 242-290p  
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2016033543>

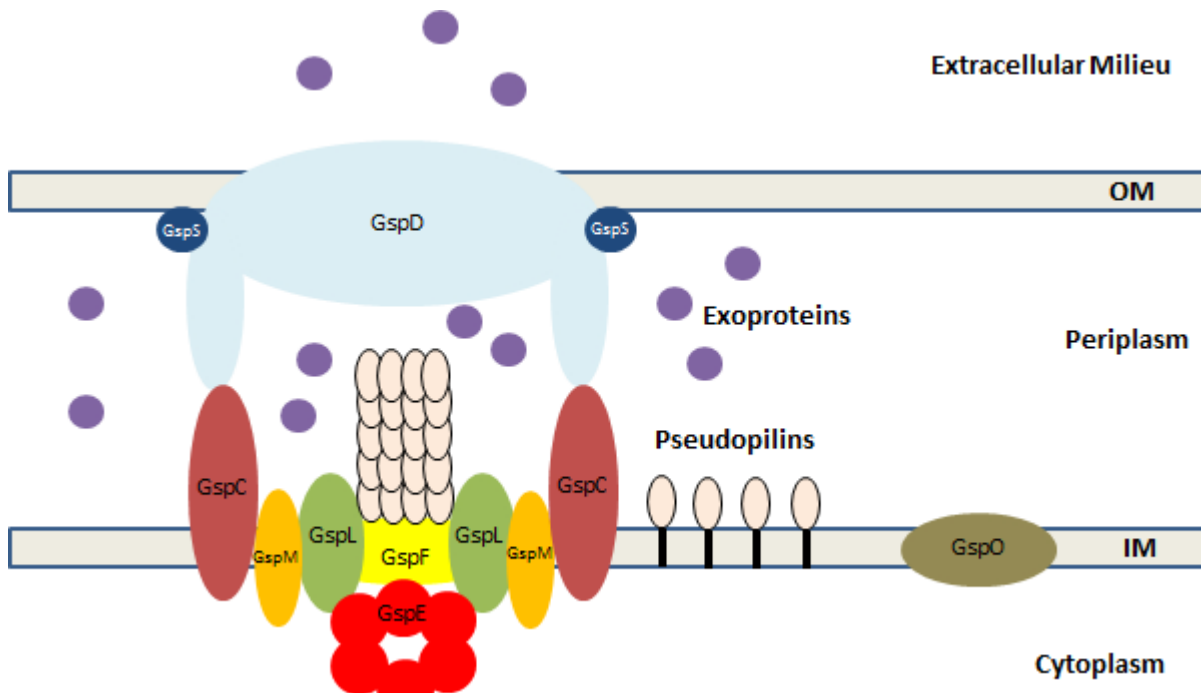
- Subrahmanyam P., Bosc Jean-Philippe, Hama Hassane, Smith D.H., Mounkaila A., Ndunguru B.J., et Sankara Philippe.** (1992). Les maladies de l'arachide au Niger et au Burkina Faso. *Oléagineux*, 47(3) <https://agritrop.cirad.fr/406561/>
- Tans-Kersten, J., Huang, H., et Allen, C.** (2001). *Ralstonia solanacearum* needs motility for invasive virulence on tomato. *Journal of bacteriology*, 183(12), 3597–3605 <https://doi.org/10.1128/JB.183.12.3597-3605.2001>
- Tian, X., Shi, L., Guo, J., Fu, L., Du, P., Huang, B., Wu, Y., Zhang, X., et Wang, Z.** (2021). Chloroplast Phylogenomic Analyses Reveal a Maternal Hybridization Event Leading to the Formation of Cultivated Peanuts. *Frontiers in plant science*, 12, 804568 <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.804568>
- Touil, W.** (2017). Effets comparés des champignons mycorhiziens arbusculaires et des Rhizobia isolés d'un sol algérien avec ceux du commerce, sur le rendement de l'arachide *Arachis hypogaea* (L.). Thèse de doctorat : Biologie Végétale. Annaba : Université Badji Mokhtar, 201p [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi0zqiycf\\_AhViafED](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi0zqiycf_AhViafED)
- U. S. department of agriculture.** Peanut explorer (page consultée le 13/05/2023) <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2221000>
- Vara Prasad, P. V., Boote, K. J., Hartwell Allen Jr, L., et Thomas, J. M.** (2003). Super-optimal temperatures are detrimental to peanut (*Arachis hypogaea* L.) reproductive processes and yield at both ambient and elevated carbon dioxide. *Global Change Biology*, 9(12), 1775-1787 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00708.x>
- Vara Prasad, P. V., Upadhyaya, D. H., et Kakani, G. V.** (2009). Growth and production of peanut, in soils, Plant Growth and Crop Production, [Ed. Willy H. Verheye], in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK <https://www.researchgate.net/publication/260392283>
- Vasse, J., Frey, P., et Trigalet, A.** (1995). Microscopic studies of intercellular infection and protoxylem invasion of tomato roots by *Pseudomonas solanacearum*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 8(2), 241-251 <https://doi:10.1094/MPMI-8-0241>.

**Zulperi, D., et Sijam, K.** (2014). First Report of **Ralstonia solanacearum** Race 2 Biovar 1 Causing Moko Disease of Banana in Malaysia. *Plant disease*, 98(2), 275  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-03-13-0321-PDN>

## *La liste des Annexes*

### Annexe 01 :

Le système de sécrétion de type II (SST2) (fig. 01) consiste en un assemblage de 12 à 16 protéines différentes. Le SST2 est un facteur important de virulence des bactéries pathogènes, sécrète des protéines qui sont capables de dégrader des composés des cellules hôtes (Viollet, 2010).



**Figure 01 :** Représentation schématique du système de sécrétion de type II (SST2) des bactéries phytopathogènes

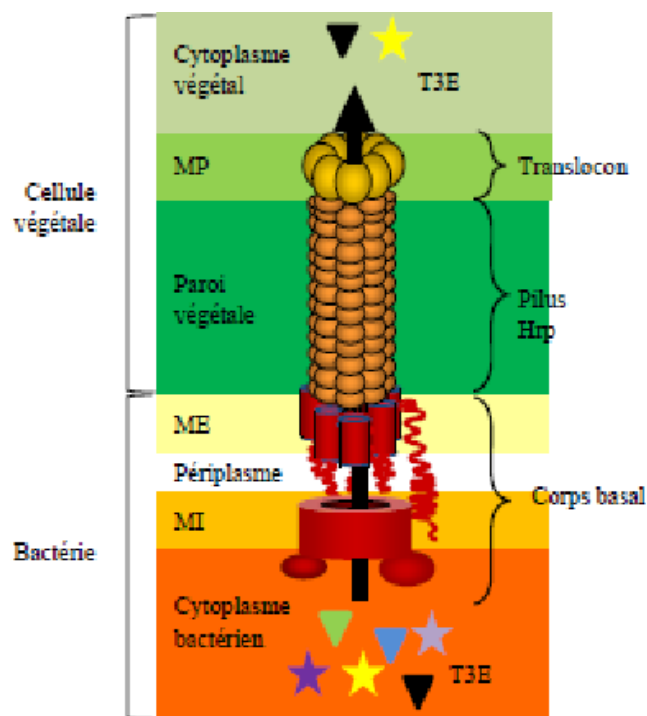
IM: membrane interne de la bactérie

OM : membrane externe de la bactérie.

( [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b1/Type\\_II\\_secretion\\_system.png/440px-Type\\_II\\_secretion\\_system.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b1/Type_II_secretion_system.png/440px-Type_II_secretion_system.png)).

### Annexe 02 :

Le SST3 (fig. 02) est caractéristique des bactéries Gram, il ressemble à une seringue composée d'un corps basal enchâssé dans la double membrane de la cellule bactérienne. Il est prolongé par le pilus Hrp qui traverse la paroi végétale et se termine par un translocon ancré dans la membrane plasmique de la cellule végétale. Le SST3 permet l'injection d'effecteurs (ET3) dans la cellule végétale (Viollet, 2010).



**Figure 02 :** Représentation schématique du système de sécrétion de type III (SST3) des bactéries phytopathogènes MI : membrane interne de la bactérie, ME : membrane externe de la bactérie, MP : membrane plasmique végétale, ET3 : effecteur de type III.

<https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTHXVNScpt7Sfpzfv9EGYnQQFfPoNiJDDHXfg&usqp=CAU>

### Annexe 03 :

#### La composition de milieu de culture sélectif (TTC) (Dalynn biologicals, 2014)

Produits	Pour 1 L d'eau
Digest pancréatique de gélatine	10,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Extrait de bœuf	3,0 g
Agar bactériologique	3,5 g
TTC (2-3-5 Triphenyltétraazolium)	0,05 g
Eau déminéralisée	1000 ml

Le pH de milieu est de  $7.2 \approx 7.3$ .

**Annexe 04 :****Composition de milieu de culture (CPG)**

(<https://www.yumpu.com/en/document/read/54751940/r-solanacearum-culture-media-methods>)

<b>Produits</b>	<b>Pour 1 L d'eau</b>
Casamino acid (casein hydrolysate)	<b>1 g</b>
Peptone bactériologique	<b>10 g</b>
Extrait de levure	<b>1 g</b>
Glucose	<b>5 g</b>
Agar	<b>16 g</b>

**pH≈ 6,5-7,0**

**Annexe 05:****Composition de milieu de culture (LPGA) (Poussier, 2000)**

<b>Produits</b>	<b>Pour 1 L d'eau</b>
Peptone bactériologique	<b>5 g</b>
Extrait de levure	<b>5 g</b>
Glucose	<b>10 g</b>
Agar	<b>16 g</b>

**pH=7.2**

**Annexe 06 :****Composition de milieu de culture (SMSA) (Garcia et al., 2018)**

<b>Produits</b>	<b>Pour 1 litre d'eau</b>
Casamino-acid (caséine hydrolysate)	<b>1 g</b>
Peptone	<b>10 g</b>
Glycérol	<b>5 ml</b>
Agar	<b>17 g</b>

## ملخص

الفول السوداني (*Arachis hypogaea* L) هو نبات سنوي له تاريخ يمتد لمدة 7000 عام، ينتمي إلى عائلة البقوليات (فابيسيا) وجنس *Arachis*. ينحدر من أمريكا الجنوبية، وبالتحديد من حوض الأمازون. الأصناف الفرعية المزروعة لنبات الفول السوداني هي *A. hypogaea subsp. hypogaea* و *A. hypogaea subsp. fastigiata*.

أهداف هذا العمل البيبليوجرافي هي على النحو التالي: تحليل شامل لزراعة الفول السوداني، ووصف الأمراض والآفات التي تؤثر على هذا المحصول، والبحث حول مرض الذبول البكتيري الناجم عن *Ralstonia solanacearum*، وطرق الوقاية من هذا المرض الخطير.

أظهرت الدراسة أن زراعة الفول السوداني لها مزايا اقتصادية وتهمين على إنتاجه عالمياً، بفضل قدرته الملحوظة على التكيف مع درجات الحرارة والتربة واحتياجات الماء في مناطق مناخية مختلفة. الصين والهند هما أكبر منتجي الفول السوداني عالمياً، وتحتل ولاية الوادي في الجزائر المرتبة الأولى كمنتج رئيسي للفول السوداني على المستوى الوطني.

يتعرض الفول السوداني لمجموعة من الأمراض الفطرية والفيروسية والبكتيرية، بالإضافة إلى الآفات (الحشرات) التي تؤدي إلى تقليل العائدات وجودة المحصول. ومع ذلك، فإن المرض الأكثر خطورة والذي يتسبب في خسائر تصل إلى 100% هو الذبول البكتيري الناجم عن *Ralstonia solanacearum*، واحدة من أكثر الأمراض النباتية المدمرة على وجه الكوكب. تدخل البكتيريا في النبات وتستوطن. تدخل البكتيريا في النبات وتستوطن الجهاز الوعائي، وتتكاثر بسرعة وتنتج مركبات السكريد الخارجية (EPS) التي تسد الأوعية الموصلة للماء وتعطل تدفق الماء والمغذيات، مما يؤدي إلى الذبول وفي النهاية موت النبات.

في الختام، قدمنا عدة تقنيات يمكن للمزارعين استخدامها لمكافحة *Ralstonia solanacearum* تشمل هذه الطرق استخدام نباتات معدلة وراثياً لتكون مقاومة، تناوب المحاصيل، تعقيم الأدوات والمعدات، ومكافحة الحشرات المنقلة. ومن الضروري مراقبة الأعراض بانتظام، ويمكن أن يكون استخدام تقنية الكشف عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية المعروفة بـ *satellite remote sensing* مفيدة لهذا الغرض.



## Abstract

Peanut (*Arachis hypogaea* L) is an annual plant with a history of 7000 years, belonging to the legume family (Fabaceae) and the genus *Arachis*. It is native to South America, particularly the Amazon basin. The two cultivated subspecies of *Arachis hypogaea* are *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* and *A. hypogaea* subsp. *fastigiata*.

The objectives of this synthesis work are as follows: in-depth analysis of peanut cultivation, description of the diseases and pests that affect this crop, research on bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*, and methods for preventing this devastating disease.

The study revealed that peanut cultivation has economic advantages and dominates worldwide production, thanks to its remarkable adaptability to temperature, soils, and water requirements in different climatic zones. China and India are the leading global peanut producers, with the El-Oued province in Algeria being the top peanut producer nationally.

Peanuts are susceptible to various fungal, viral, and bacterial diseases, as well as pests (insects) that reduce yields and quality. However, the most serious disease causing up to 100% damage is bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*, one of the most devastating phytopathogens on the planet. The bacterium enters the plant and colonizes the vascular system, rapidly multiplying and producing exopolysaccharides (EPS) that block water-conducting vessels, disrupting the flow of water and nutrients, resulting in wilting and eventual plant death.

In conclusion, we have introduced several techniques that farmers can use to combat *Ralstonia solanacearum*. These include the use of genetically modified resistant plants, crop rotation, tool and equipment sanitation, and control of vector insects. Regular symptom monitoring is essential, and the introduction of satellite remote sensing technology called "teledetection" can be beneficial for this purpose.

<p><b>Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master</b>  <b>Filière :</b> Sciences Biologiques  <b>Spécialité :</b> <i>Biologie moléculaire des microorganismes</i></p>
<p align="center"><b>Etude sur l'Arachide (<i>Arachis hypogaea</i>) et le flétrissement bactérien  Causée par <i>Ralstonia solanacearum</i></b></p>
<p>L'arachide (<i>Arachis hypogaea</i> L) est une plante annuelle avec une histoire de 7000 ans, appartenant à la famille des légumineuses (Fabacées) et au genre <i>Arachis</i>. Elle est originaire d'Amérique du Sud, en particulier du bassin amazonien. Les deux sous-espèces cultivées d'<i>Arachis hypogaea</i> sont <i>A. hypogaea</i> subsp. <i>hypogaea</i> et <i>A. hypogaea</i> subsp. <i>fastigiata</i>.</p> <p>Les objectifs de ce travail de synthèse sont les suivants : analyse approfondie de la culture de l'arachide, description des maladies et des ravageurs qui affectent cette culture et recherche sur le flétrissement bactérien causé par <i>Ralstonia solanacearum</i>, ainsi que les méthodes de prévention de cette maladie dévastatrice.</p> <p>L'étude a révélé que la culture d'arachide présente des avantages économiques et sa production domine dans le monde entier, grâce à son étonnante plasticité d'adaptation à la température, aux sols et aux demandes en eau des différentes zones climatiques.</p> <p>La chine et l'inde sont les premiers producteurs mondiaux de cacahouètes, À l'échelle nationale la wilaya d'El-Oued est à la tête des producteurs de cacahuètes en Algérie.</p> <p>Les arachides sont infectées par plusieurs maladies fongiques, virales et bactériennes, ainsi par des ravageurs (insectes) qui réduisent leurs rendements et leurs qualités.</p> <p>Par contre, la maladie la plus grave qui engendre des dégâts allant jusqu'à 100% c'est le flétrissement bactérien provoqué par <i>Ralstonia solanacearum</i>, l'une des phyto bactéries les plus dévastatrices de la planète.</p> <p>La bactérie pénètre dans la plante et colonise le système vasculaire, se multiplie rapidement et produit des EPS, qui bloquent les vaisseaux conducteurs d'eau et perturbe le flux d'eau et de nutriments, ce qui engendre le flétrissement et finalement la mort de la plante.</p> <p>En conclusion, nous avons introduit plusieurs techniques que l'agriculteur peut utiliser pour lutter contre <i>Ralstonia solanacearum</i>. Parmi eux, l'utilisation des plantes résistantes génétiquement modifiées, rotation des cultures, assainissement des outils et de l'équipement, la lutte contre les insectes vecteurs.</p> <p>Par conséquent, la surveillance régulière des symptômes est primordiale par l'introduction de la nouvelle technologie nommée la télédétection par satellite..</p>
<p><b>Mot clés :</b> Arachide, <i>Arachis hypogaea</i>, <i>Ralstonia solanacearum</i>, flétrissement bactérien, race, biovar, phylotype,</p>
<p><b>Membre du jury :</b>  <b>Présidente du jury :</b> Dr Abdelaziz Ouided (MCB - Université Frères Mentouri-Constantine 1).  <b>Encadrante :</b> Dr Boubekri Karima (MCA - Université Frères Mentouri-Constantine 1).  <b>Examinatrice :</b> Dr Riah Nacira (MCA - Université Frères Mentouri-Constantine 1).</p>
<p align="center"><b>Présentée par :</b>  <b>Laakel Nourhan et Hamdi Meriem</b></p>
<p align="center"><b>Année universitaire : 2022 -2023</b></p>