

# Rapport de recherches sur l'arachide en Haïti

Efforts visant à améliorer la production d'arachides en Haïti en explorant les options de gestion des maladies foliaires, une faible fertilité du sol et d'autres problèmes agronomiques limitant les rendements



UNIVERSITY OF GEORGIA  
EXTENSION



Laboratoire d'Innovation de  
l'Initiative Alimentaire pour  
l'Avenir pour la Recherche  
collaborative sur la productivité  
des arachides et le contrôle des  
mycotoxines (Laboratoire  
d'innovation sur les arachides et  
les mycotoxines

# Rapport de recherches sur l'arachide en Haïti

Rapport de synthèse sur les données recueillies entre 2015 et 2017

Edité par Abraham Fulmer

Développé par :

Projet d'intervention sur la chaîne de valeur des arachides en Haïti

C1. De la production à la consommation :

des technologies pour améliorer la production, la transformation et l'utilisation des arachides en Haïti

<http://ftfpeanutlab.caes.uga.edu/>

## Auteurs

| <b>Nom</b>          | <b>Établissement</b>     | <b>Pays</b> | <b>Titre</b>                                     | <b>Affiliation</b>               |
|---------------------|--------------------------|-------------|--|----------------------------------|
| Greg MACDONALD      | Université de Floride    | États-Unis  | Chercheur principal                              | Agronomie                        |
| Timothy BRENNEMAN   | Université de Géorgie    | États-Unis  | Co-chercheur principal                           | Phytopathologie                  |
| Robert KEMERAIT     | Université de Géorgie    | États-Unis  | Co-chercheur principal                           | Phytopathologie                  |
| Jamie RHOADS        | Université de Géorgie    | États-Unis  | Directeur adjoint du PMIL                        | Sciences de la culture et du sol |
| Abraham FULMER      | Université de Géorgie    | États-Unis  | Assistant de recherche de 3 <sup>ème</sup> cycle | Phytopathologie                  |
| David A. CARROLL II | Meds & Food for Kids     | Haïti       | Agronome   | Partenaire                       |
| Rick MACAJOUX       | Meds & Food for Kids     | Haïti       | Agronome   | Partenaire                       |
| Georgy FAROUTINE    | Meds & Food for Kids     | Haïti       | Agronome   | Partenaire                       |
| Will SHEARD         | Meds & Food for Kids     | Haïti       | Agronome   | Partenaire                       |
| Dominique LAFOREST  | Meds & Food for Kids     | Haïti       | Agronome   | Partenaire                       |
| Patrick DORZIN      | Acceso Peanut Enterprise | Haïti       | Agronome   | Partenaire                       |

# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| REMERCIEMENTS.....  | 4  |
| <b>CHAPITRES</b>  |    |
| <b>1. Introduction</b>  |    |
| 1.1 La production d'arachides en Haïti .....  | 5  |
| 1.2 Le projet PMIL .....  | 11 |
| 1.3 Meilleures pratiques recommandées pour la production d'arachides en Haïti               | 12 |
| 1.4 Leçons apprises.....  | 14 |
| 1.5 Sites de recherche sur le terrain.....  | 18 |
| <b>2. Gestion des maladies foliaires</b>  |    |
| 2.1 Essais de calendrier d'application de fongicides – Runner et Valencia.....              | 19 |
| 2.2 Évaluation des 6 meilleures variétés Valencia avec / sans fongicides .....              | 23 |
| 2.3 Essais des variétés des semences ACI 2016 .....   | 25 |
| 2.4 Essai des variétés ICRISAT 2017 .....   | 28 |
| 2.5 Dépistage des lignées de sélection Tillman 2016-2017 .....                              | 30 |
| <b>3. Fertilité des sols</b>  |    |
| 3.1 Essais d'interaction inoculant-engrais .....  | 34 |
| 3.2 Essais d'interaction engrais foliaire et granulaire .....                               | 36 |
| 3.3 Essais d'acide fulvique 2016 .....  | 38 |
| <b>4. Essais de méthode de plantation</b>   |    |
| 4.1 Essais de densité de plantation .....   | 40 |
| 4.2 Méthode de plantation : rangées vs plantation traditionnelle dispersée.....             | 45 |
| <b>RÉFÉRENCES</b>   |    |
| <b>Annexes</b>  |    |
| I. Précipitations mensuelles .....  | 49 |
| II. Résultats d'analyse des échantillons des sols de la MFK et d l'Acceso .....             | 50 |
| III. Échelles Floride 1-10 d'évaluation des taches foliaires et Rouille 1-9 de rouille..... | 52 |
| IV. Essais des variétés ICRISAT 2010-2011 .....   | 53 |
| V. Essais de densité de plantation de l'été 2015.....                                       | 56 |
| VI. Symptômes des virus chez l'arachide en Haïti .....                                      | 57 |

## Remerciements

Nous tenons à remercier le Laboratoire d'innovation sur les arachides et les mycotoxines de l'USAID pour le financement de ce programme de recherches.

Nous voudrions exprimer notre gratitude à nos partenaires dans le pays pour leur contribution à cette recherche :

Meds & Foods for Kids  
Acceso Peanut Enterprise Corp  
Premier Steppe Ferme

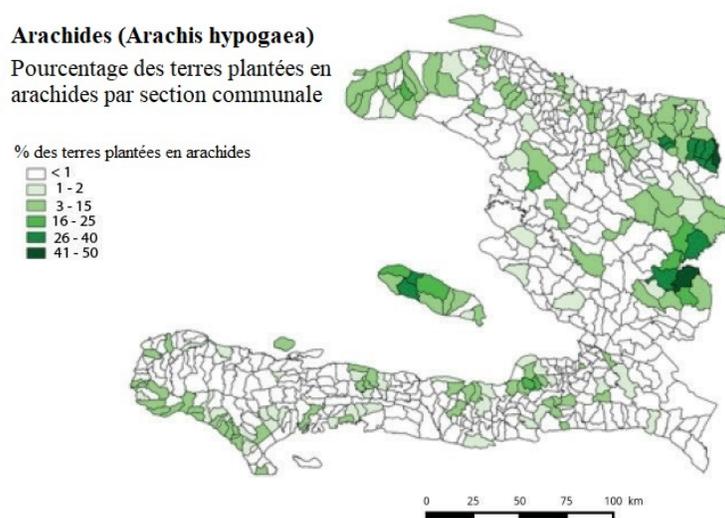
Nous tenons également à remercier les étudiants stagiaires de l'Université Roi Henri Christophe, de l'Université Solidarité d'Haïti, de l'Université d'État d'Haïti, Campus Roi Henri Christophe et de l'Université Chrétienne du Nord d'Haïti pour leurs contributions à cette recherche :

| Nom de l'étudiant      | Sexe    | Université | Étude                  |
|------------------------|---------|------------|------------------------|
| Fredo JOSEPH           | Male    | URHC       | Densité de plantation  |
| Junie PACHOUTE         | Femelle | URHC       | Densité de plantation  |
| Rodlin JEAN            | Male    | URHC       | Densité de plantation  |
| Daphenie JEAN          | Femelle | URHC       | Fongicides - Runner    |
| Kinson PIERRE          | Male    | URHC       | Fongicides - Runner    |
| Fedeline CHARLES       | Femelle | URHC       | Fongicides - Runner    |
| Rico MONDESTIN         | Male    | URHC       | Densité de plantation  |
| Rostiny FRÉDÉRICK      | Male    | URHC       | Densité de plantation  |
| Emile BLAISE           | Femelle | URHC       | Densité de plantation  |
| Junior ABRAHAM         | Male    | URHC       | Densité de plantation  |
| Exan DESAMOURS         | Male    | URHC       | Fongicides - Runner    |
| Gary BENOIT            | Male    | URHC       | Fongicides - Runner    |
| Rodnie VALMY           | Femelle | URHC       | Six meilleurs Valencia |
| Rodemane SAINT LOUIS   | Femelle | URHC       | Six meilleurs Valencia |
| Elizé LÉANDRE          | Male    | UCNH       | Fongicides - Valencia  |
| Marilène SAINT-JUSTE   | Femelle | URHC       | Fongicides - Valencia  |
| Galeine QUERANOR       | Femelle | URHC       | Fongicides - Valencia  |
| Lainé DORINVIL         | Male    | URHC       | Six meilleurs Valencia |
| Frisnel PIERRE         | Male    | URHC       | Six meilleurs Valencia |
| Judeline JOSEPH        | Femelle | UCNH       | Densité de plantation  |
| Jean-Baptiste FONTILUS | Male    | UCNH       | Six meilleurs Valencia |
| Jean Jones JOSEPH      | Male    | UCNH       | Variétés Tillman       |
| Rolcky BUTOIS          | Male    | UCNH       | Fongicides - Runner    |
| Norvilmar ST FIRMIN    | Male    | UCNH       | Méthode de plantation  |
| Dapheney DOLCÉ         | Femelle | UCNH       | Fertilité des sols     |
| Telson RICHARD         | Male    | USH        | Fongicides - Valencia  |
| Rodson CHARLES         | Male    | USH        | Fongicides - Runner    |
| Wendy ANTOINE          | Male    | URHC       | Méthode de plantation  |
| Job JOSEPH             | Male    | URHC       | Méthode de plantation  |
| Ruth EUSTACHE          | Femelle | URHC       | Densité de plantation  |
| Myrvelise JULES        | Femelle | URHC       | Densité de plantation  |
| Pierre Richard CHARLES | Male    | UNEPH      | Méthode de plantation  |
| Yonel LOUIS            | Male    | UCNH       | Variétés ICRISAT       |
| Ronald JEAN            | Male    | CRHC-UEH   | Fertilité des sols     |

# Chapitre 1.1 La production d'arachides en Haïti

**Introduction** : L'arachide est cultivée en Haïti depuis au moins 500 ans et remonte très probablement à la préhistoire. Selon Bartolomé de las Casas, un prêtre qui a accompagné Christophe Colomb lors de son expédition dans le Nouveau Monde et qui est accrédité avec la première description écrite de l'arachide, les Amérindiens indigènes ont cultivé l'arachide comme culture vivrière sur l'île d'Hispaniola avant l'arrivée des Européens (Hammons, 1982).

La production d'arachides en Haïti a continué jusqu'à nos jours. C'est une culture populaire parce qu'elle a un prix élevé sur le marché et qu'elle constitue une source de nourriture importante et agréable pour de nombreux Haïtiens. Les arachides séchées se trouvent toute l'année dans la plupart des marchés en plein air, et des produits à base d'arachides fabriqués localement, tels que le beurre d'arachide (y compris les formes sucrée, épicée et non aromatisée) sont couramment vendus dans les magasins et les supermarchés (Nelson et al., 2003).



Bien que les arachides soient cultivées dans tout le pays, il existe des régions où la production est plus concentrée (Figure 1.1.a). Les centres de production les plus lourds se trouvent dans le Nord-est, près de Ouanaminthe et dans la région du Plateau central (de Mirebalais à l'est jusqu'à la frontière dominicaine). On estime qu'en moyenne de 2012 à 2014, les arachides ont été plantées sur 45 590 ha, représentant environ 3% de la superficie des terres consacrées à la production agricole en Haïti (FAOSTAT, 2016).

Il existe deux principales variétés d'arachides (types de marché) cultivées en Haïti : le runner haïtien local et le Valencia haïtienne locale. Il est intéressant de noter que les agriculteurs du Nord ne sèment traditionnellement que la variété runner, tandis que le Valencia local se limite au Plateau central. À notre connaissance, il n'existe aucune information disponible sur l'origine de ces variétés d'arachides et nous supposons qu'il s'agit de variétés locales introduites en Haïti à un moment donné et qui ont continué à être cultivées jusqu'à présent. Les agriculteurs conservent généralement leurs propres semences ou achètent leurs semences au marché. Semblables à d'autres variétés de ces types de marché, le Valencia local et le runner local atteignent leur pleine maturité en moyenne de 80 à 90 jours et de 120 à 130 jours, respectivement.

De manière générale, les pratiques culturales sont similaires dans tout le pays et se caractérisent principalement par des agroécosystèmes à faible apport d'intrants dans des conditions non-irriguées. Par exemple, les arachides sont souvent plantées et récoltées manuellement par des groupes d'agriculteurs voisins dans les communautés rurales dans des jardins / fermes d'un hectare ou moins. Le maïs, le sorgho ou la canne à sucre alternent souvent entre les cultures d'arachides. De tels systèmes de production obligent les agriculteurs à utiliser des houes ou des charrues à bœufs pour préparer les terres à l'ensemencement, sans engrais ni pesticides. En outre, les arachides sont généralement plantées à la fin du printemps / au début de l'été (c.-à-d. pour correspondre à la saison des pluies) et, en fonction de la zone, une culture de fin d'été / automne / hiver peut être plantée, comme dans le nord du pays où les précipitations automne / hiver sont généralement plus abondantes.

**Facteurs limitant le rendement** : Par rapport aux systèmes à fort apport d'entrée aux États-Unis, le rendement en arachides en Haïti est très faible. Par exemple, dans l'état américain de Géorgie, le rendement moyen en arachides était de 4 416 kg / ha en 2016 (USDA-NASS, 2016), mais en Haïti, les rendements moyens étaient compris entre 448 et 897 kg / ha (FAOSTAT, 2016 ; Nelson et al., 2003), et l'expérience sur le terrain a montré que les agriculteurs constatent toujours des rendements encore plus bas. Comme on le verra dans les résultats de cette recherche, les deux variétés locales haïtiennes sont capables d'atteindre des rendements supérieurs à 4 000 kg / ha en Haïti. Cela met en évidence l'écart majeur entre la production réelle et potentielle d'arachides en Haïti.

La Figure 1.1.b explique un certain nombre de facteurs évidents pour les arachides à faible rendement en Haïti. Cette image est représentative de nombreux champs en Haïti et illustre ce qui suit :

- i. Feuilles brunes et plantes défoliées. Les maladies foliaires (voir la section ci-dessous pour plus de détails) sont les principaux facteurs limitant le rendement en Haïti. Dans le cas présent, ce champ avait été planté avec une variété locale très susceptible et non traitée avec un fongicide, ce qui avait entraîné une défoliation prématurée et, finalement, moins de gousses matures.
- ii. Diminution de la croissance des plantes. Les plantes en retard de croissance indiquent une faible fertilité du sol et un manque d'humidité tout au long de la saison de croissance.
- iii. Faible densité de plantes. Les grands espaces entre les plantes diminuent le rendement potentiel par unité de surface et augmentent la probabilité de pression des mauvaises herbes. Dans ce cas, la faible densité de plantation était principalement due à un taux de semis inadéquat, mais était probablement aussi affectée par la mauvaise qualité des semences, le manque de traitement des semences et / ou le manque d'humidité après la plantation.

De nombreux producteurs ne savent pas que leurs rendements en arachides sont considérés comme extrêmement faibles. Les champs ont plutôt l'air naturel, comme ils l'ont toujours été. Par conséquent, il est fréquent que les producteurs expriment leur grande surprise (et leur joie) devant la découverte du potentiel de rendement réel de l'arachide en Haïti.



**Figure 1.1.b.** Un exemple typique de la condition du runner haïtien local dans un champ cultivé proche du moment de la récolte aux environs de Ouanaminthe, Haïti.

**Facteurs réduisant la qualité** : En plus des faibles rendements, les arachides cultivées et vendues en Haïti sont souvent contaminées par des niveaux d'aflatoxines dangereux et nuisibles pour la santé. Les aflatoxines sont des mycotoxines cancérigènes causées par le champignon *Aspergillus flavus*. Une exposition chronique, même à faible dose, peut entraîner de graves problèmes de santé, notamment une incidence accrue du cancer du foie et du retard de croissance chez l'enfant, ainsi que l'aflatoxicose et la mort aux fortes doses aiguës. Dans une étude récente, des échantillons prélevés du beurre d'arachide haïtien produit localement ont affiché des concentrations d'aflatoxines allant de 7,9 à 799,8 microgrammes / kg, et 16 échantillons sur 18 contenaient plus de 20 ng / kg, ce qui correspond à la limite réglementaire de la Food and Drug Administration (FDA) états-unien en matière d'aflatoxines (Schwartzbord et Brown, 2015).

**Maladies foliaires de l'arachide en Haïti** : Comme mentionné précédemment, les maladies foliaires de l'arachide sont les principaux facteurs responsables de l'écart entre le rendement réel et potentiel des gousses en Haïti et ont donc été au centre des préoccupations

de ce projet. Ces maladies incluent la tache foliaire précoce provoquée par le *Cercospora arachidicola*, la tache foliaire tardive causée par le *Cercosporidium personatum* et la rouille des arachides causée par le *Puccinia arachidis* (voir Figure 1.1.c et d). Bien que ces trois agents pathogènes fongiques soient tous capables d'infecter les arachides en Haïti, nos études démontrent que ceux qui causent la rouille des arachides, suivis de la tache foliaire tardive, sont les plus importants. Ces maladies attaquent les feuilles, les pétioles et les tiges et se développent dans des conditions d'humidité prolongée (> 12 heures), telles que les pluies prolongées, intervalle de rosée prolongé ou humidité relative extrême (> 90%) (Shokes et Culbreath, 1997 ; Subrahmanyam, 1997). En Haïti, ces maladies entraînent souvent une défoliation à 100% avant que les plantes atteignent leur pleine maturité (par exemple, comme illustré à la Figure 1.1.e). Il en résulte une perte de rendement, car moins de feuilles sont capables de photosynthèse et la récolte doit arriver avant que de nombreuses gousses atteignent leur pleine maturité. Des options pour gérer les maladies foliaires des arachides dans les régions tropicales comprennent la plantation de variétés résistantes, la rotation des cultures, la destruction des arachides spontanées et des résidus de plantes infestés et l'utilisation judicieuse d'un fongicide (MacDonald et al., 1985 ; Subrahmanyam et al., 1985).

À l'heure actuelle, aucune variété à haut rendement résistant aux maladies n'a été identifiée pour être utilisée en Haïti, et le runner haïtien local et le Valencia haïtienne locale sont extrêmement sensibles à ces deux maladies. Cependant, des études antérieures menées en Haïti ont confirmé que les variétés résistantes peuvent réduire considérablement l'intensité de la maladie et augmenter le rendement (Fulmer et al., 2012). Les données de ces études sont référencées à l'annexe IV du présent rapport. Comme dans d'autres régions tropicales où l'arachide est cultivée (MacDonald et al., 1985), la rotation des cultures et la destruction des résidus de cultures n'ont probablement qu'un impact limité sur la réduction du niveau global d'inoculum, car les arachides volontaires sont presque toujours présentes dans les champs en jachère ou abandonnés. De plus, comme il y a presque toujours des arachides cultivées tous les mois en Haïti à certains endroits et que les spores des champignons sont dispersées dans les airs par le vent et les insectes, il est probable qu'il existe une source constante de spores, ce qui empêche les plantes d'arachide d'éviter tout contact avec les agents pathogènes. Cependant, comme il existe très peu de recherches sur ce sujet, cette tactique devrait tout de même être encouragée dans le cadre d'un programme de gestion intégrée de la maladie. Les fongicides sont utilisés dans de nombreux pays développés comme dans les pays en voie de développement pour la gestion des maladies foliaires susmentionnées. Il a été démontré que trois à quatre applications peuvent augmenter considérablement le rendement (Naab et al., 2009 ; Waliyar et al., 2000), et les résultats préliminaires obtenus en Haïti indiquent que deux applications réduisent de manière significative la gravité de la maladie et augmentent le rendement (J. Rhoads, données non publiées). Cependant, une bonne compréhension de la quantité optimale d'applications ainsi que le meilleur chronogramme d'application n'ont pas été bien développés jusqu'à présent. Nos recherches en Haïti ont récemment confirmé que les régimes fongicides à faibles intrants sont extrêmement efficaces pour réduire les maladies et augmenter le rendement ; les résultats ont été utilisés pour élaborer des recommandations d'utilisation plus spécifiques (chapitres 1.3 et 2.1).



Figure 1.1.d. Feuilles du Runner haïtien local avec taches foliaires précoces (lésions brun clair), taches foliaires tardives (lésions brun foncé) et rouilles des arachides (pustules orange clair / foncé)



Figure 1.1.c. Feuilles de la variété d'arachide Valencia haïtien local avec taches foliaires tardives et rouille de l'arachide.

En plus des maladies fongiques de l'arachide mentionnées ci-dessus, nos études ont identifié la présence d'un tospovirus pouvant survenir dans l'arachide en Haïti (Adegbola et al., 2016). Les symptômes de cette maladie sont décrits à l'annexe VI du présent rapport. Cependant, après avoir surveillé cette maladie dans la culture arachidière haïtienne pendant trois ans, nous avons constaté que l'incidence est plutôt faible (<5%) et sporadique et que la maladie est principalement confinée au Grand nord d'Haïti. Dans l'ensemble, nos résultats indiquent que, même s'il pourrait être un facteur limitant du rendement dans certains cas, comme dans les parcelles plantées où la densité des plantes est faible (voir chapitre 4.1), nous estimons que cette maladie provoque généralement très peu (voire aucune) perte de rendement en Haïti.



Figure 1.1.e. Runner haïtien local présentant une défoliation > 95% causée par la tache tardive des feuilles et la rouille des arachides. Les parcelles à gauche n'ont pas été traitées ; les parcelles à droite ont été traitées avec quatre applications de fongicide.

**Fertilité des sols** : Les sols en Haïti sont généralement considérés comme infertiles en raison d'années d'érosion intense causée par une déforestation non atténuée et une culture quasi continue, ainsi que par une fragilité naturelle résultant des formations dans le substrat rocheux et des types de sol (Bargout et Raizada, 2013). Dans l'ensemble, le sol haïtien est fortement alcalin et calcique (Bargout et Raizada, 2013). Dans une étude précédente menée à l'Université de Floride et portant sur 1 500 échantillons de sol provenant de différentes régions d'Haïti, la plupart étaient pauvres en azote et 62% présentaient un déficit en phosphore ; dans 96% des cas, le potassium n'était pas un facteur limitant (Hylkema, 2011).

D'après des échantillons de sol prélevés sur nos sites de recherche en Haïti, nos résultats confirment Hylkema (2011) en ce sens qu'ils présentaient systématiquement un pH élevé et des niveaux élevés de calcium. Cependant, le phosphore n'était principalement inférieur à la moyenne que dans les champs situés dans le plateau central (voir l'annexe II du présent rapport). Il convient toutefois de noter que les champs échantillonnés sur le plateau central n'avaient pas d'historique d'utilisation d'engrais, alors que les autres champs échantillonnés à la MFK avaient une historique d'utilisation des engrais. En plus de nos observations, les résultats de nos échantillons de sol indiquent également que beaucoup de sols en Haïti ont une forte teneur en argile (voir annexe II du présent rapport), bien que certaines zones présentent des sols extrêmement sableux (J. Rhoads, communication personnelle).

Les arachides nécessitent généralement un sol sablonneux bien drainé (par exemple, un sable limoneux, un loam sableux ou un loam sablo-argileux) (Henning et al., 1982). Ce type de sol favorise non seulement la croissance de la plante, mais facilite également le processus de récolte en rendant plus facile le creusement des gousses du sol et en laissant moins de terre s'accrochée aux gousses (Stalker, 1997). Les sols à pH élevé (comme en Haïti) constituent un environnement difficile pour la production d'arachides, car cela peut entraîner d'autres carences en éléments nutritifs (par exemple, en liant les nutriments et les rendant non disponible pour les plantes) et peut également entraîner une chlorose ferreuse et une toxicité du zinc (Stalker, 1997).

Les arachides ont également besoin de sols riches en calcium, ce qui est un aspect positif des sols en Haïti (Stalker, 1997). Le bore est un micronutriment important pour le bon développement des semences (Cox et al., 1982) et des échantillons ont montré que les sols étaient déficients. Comme dans le cas des autres légumineuses, la croissance des arachides ne semble généralement pas être limitée par les sols pauvres en azote, car ils peuvent recevoir de l'azote grâce à la relation symbiotique avec les bactéries nodulantes et fixatrices d'azote du rhizobium qui convertissent l'azote atmosphérique en azote disponible utilisé pour la croissance des plantes. Il y a eu un certain nombre de cas où les rendements en arachides ont été augmentés en raison d'applications d'azote, mais il

était supposé que ces résultats étaient dus à l'absence de souches de *Rhizobium* dans le sol (Cox et al., 1982). En bref, la croissance des arachides dans les sols haïtiens est difficile principalement à cause de la forte teneur en argile, des complications dues au pH élevé du sol et de l'incertitude quant à la capacité des plants d'arachides à utiliser les souches de rhizobia natives. Afin de réduire l'écart entre le rendement réel et le rendement potentiel, il des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre comment gérer la fertilité des sols en Haïti.

**Méthode de plantation** : Un espacement correct des semences entre les rangées et à l'intérieur des rangées est une pratique culturale directement liée au rendement par unité de surface (Henning et al., 1982). En conséquence, de nombreuses recherches ont été menées pour déterminer la densité de plantation la plus appropriée, qui dépend finalement de la qualité et de la taille des graines, de l'espacement entre les rangées et de la variété (Henning et al., 1982). Dans des études précédentes, où les pratiques culturales auraient été les plus proches des celles utilisées en Haïti, « les rendements les plus élevés des variétés espagnoles ont été obtenus à partir de plantations de 45 à 60 cm (18 à environ 0,60 mètres) entre les rangées avec les plantes écartées de 15 à 20 cm (6 à 8 pouces) dans la rangée. Les cultivars des types runner et Virginia ont donné les rendements les plus élevés quand ils étaient plantés avec des espacements de rangs de 75 à 90 cm (30 à 36 po) et espacés de 15 à 20 cm (6-8 po) dans les rangs » (Henning et al., 1982). En résumé, les variétés de port rampant (types de marché Spanish et Valencia) bénéficient généralement d'une densité de plantes supérieure par unité de terrain, tandis que les types à port érigé (types de marchés Virginia et runner) ne bénéficient pas d'une densité de plantes aussi élevée par unité de superficie.

En Haïti, la méthode de plantation est l'une des rares choses sur lesquelles les producteurs ont une opinion très forte et un sens du contrôle. Bien que presque toutes les arachides soient semées à la main, la méthode de plantation exacte diffère souvent selon les régions et les agriculteurs, mais consiste généralement en une plantation éparpillée ou à un seul sillon. La première méthode consiste à utiliser une houe pour faire un poquet dans le sol, en laissant tomber les semences dans le poquet et en les couvrant avec les pieds. En fonction de l'agriculteur, ces poquets peuvent être espacés d'environ 30 cm à 45 cm et peuvent comporter une ou deux graines par poquet. Dans la deuxième méthode, un agriculteur utilise une charrue tirée par un bœuf pour créer un seul sillon dans le sol, tout en marchant de manière circulaire autour du champ ; une autre personne arrive derrière, laissant tomber une ou deux graines à un espacement de 30 cm à 60 cm (12 à environ 0,60 mètres) dans la rangée. Les sillons sont généralement espacés de 45 à 60 cm et, à mesure que le nouveau sillon est créé, le sol est poussé dans la direction du sillon précédemment ensemencé et suffit généralement à enterrer les graines dans la rangée adjacente.

Il est généralement admis que la plantation en rangées est plus bénéfique que la plantation en dispersion. Cela a du sens lorsque des planteuses mécaniques actionnées par un tracteur peuvent créer un placement de semences beaucoup plus efficace, uniforme et précis. Cependant, en Haïti, où la plantation mécanique est presque inexistante, mis à part la préparation du sol, il n'est pas certain que la main-d'œuvre supplémentaire requise pour la plantation en rangs bénéficierait réellement aux producteurs. D'un point de vue pratique et sans prendre en compte les implications économiques, la plantation en rangées semble être plus bénéfique pour plusieurs raisons. Premièrement, il s'agit d'une manière plus précise d'utiliser les semences et d'estimer la quantité nécessaire pour la plantation. Deuxièmement, cela facilite les pratiques d'entretien de la culture, telles que le désherbage et la récolte avec houe, et facilite l'application uniforme du fongicide par le pulvérisateur à dos. Non seulement cela entraînerait-il probablement une meilleure couverture de pulvérisation, mais cela diminuerait également la probabilité d'endommager la tige principale (et les piquets autour de la tige principale) en marchant sur la plante.

**Demande accrue d'arachides en Haïti** : Depuis 2007, Meds & Foods for Kids (MFK) fabrique un Aliment thérapeutique prêt à l'emploi (ATPE) à base d'arachides, connu localement sous le nom de Medika Mamba et plus communément appelé Plumpy'nut (MFK, 2017). Ce produit constitue la norme de référence pour le traitement de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants à la fois au niveau mondial (OMS, 2017) et en Haïti (Iannotti et al., 2015). La malnutrition infantile reste un problème majeur en Haïti en raison des niveaux élevés de pauvreté et d'insécurité alimentaire (PMIL, 2017). La MFK produit et distribue de l'ATPE et d'autres produits complémentaires similaires à base d'arachides par le biais de partenariats avec l'UNICEF, le Programme alimentaire mondial et de nombreuses autres organisations humanitaires locales et internationales.

En tant qu'organisation non gouvernementale (ONG), l'approche de la MFK consiste à faciliter le traitement de la malnutrition, mais aussi à s'attaquer à la racine du problème en promouvant le développement du secteur économique

grâce à la création d'emplois dans son usine et en stimulant la demande de produits agricoles locaux. En tant que tel, la MFK souhaite depuis longtemps acheter 100% des arachides destinées à la production dans son usine à des agriculteurs haïtiens de la région. Toutefois, cela reste difficile pour diverses raisons, notamment la faible qualité des cultures, la contamination par les aflatoxines et les prix sur le marché qui sont souvent élevés, variables et non compétitifs en raison de la faible productivité. En augmentant la production d'arachides de haute qualité, la MFK serait en mesure de réaliser cet objectif d'approvisionnement à 100% local. Pour ce faire, la stratégie a consisté à réduire le coût global en augmentant les rendements. Le résultat final serait théoriquement une situation gagnant-gagnant pour les producteurs et les consommateurs. Les producteurs bénéficieraient d'une augmentation des rendements malgré la baisse des prix du marché, tant que la rentabilité nette resterait élevée grâce au contrôle des coûts. Une baisse du prix du marché et une augmentation de l'approvisionnement d'arachides sans aflatoxines bénéficieraient au consommateur moyen, tant du point de vue financier que de celui de la santé, et faciliteraient l'achat de produits à valeur ajoutée produits au pays, tels que Medika Mamba. De plus, Acceso Peanut Enterprise, une entreprise à but lucratif axée sur la chaîne de valeur de cacahuètes, fonctionne en Haïti depuis 2015 dans le but d'accroître la productivité des agriculteurs et d'atténuer les difficultés d'agrégation pour répondre à cette demande d'arachides de haute qualité. Le modèle Acceso dirige les échanges de technologies en établissant un système de dépôts dans plusieurs petites communautés rurales à travers plusieurs départements du pays. Les directeurs de dépôt formés aux meilleures pratiques de production sont en mesure d'étendre cette information aux producteurs locaux. À partir de ces dépôts, les agriculteurs locaux participant au programme Acceso sont en mesure d'obtenir des intrants qui augmentent le rendement, tels que des semences de haute qualité, des engrais et des fongicides à crédit. Après la récolte, ces mêmes agriculteurs sont en mesure de revendre leurs arachides à Acceso à un prix fixe et compétitif. Une fois qu'Acceso trie et teste les arachides pour déterminer leur teneur en aflatoxine et en humidité, elles sont alors en mesure de fournir un produit de haute qualité aux entreprises locales avec lesquelles elles ont précédemment établi un contrat d'achat.

### Références :

- Adegbola, R., Fulmer, A., Williams, B., Breneman, T., Kemerait, R., Sheard, W., Woodward, J., Adkins, S., & Naidu, R. (2016). First report of the natural occurrence of tomato chlorotic spot virus in peanuts in Haiti. *Plant Dis.* 100:8, 1797.
- Bargout, R. N., & Raizada, M. N. (2013). Soil nutrient management in Haiti, pre-Columbus to the present day: lessons for future agricultural interventions. *Agric. Food Secur.* 2:11.
- Cox, C. R., Adams, F., & Tucker, B. B. (1982). Liming, Fertilization and Mineral Nutrition. Pages 139-163 in: *Peanut Science and Technology* H. Pattee and C. Young, eds. American Peanut Research and Education Society, Yoakum, TX.
- FAOSTAT (2016). Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations unies. Division de statistique. Consulté sur <http://www.fao.org/faostat>
- Fulmer, A. M., Kemerait, R. C., Sherwood, J.L., Jordan, D.L., Rhoads, J., & Breneman, T. B. (2012). Evaluation of ICRISAT varieties for resistance to foliar peanut diseases in Haiti. *Phytopathology* 102 (Suppl.) S2:4.
- Hammons, R. (1982). Origin and early history of the peanut. Pages 1-20 in: *Peanut Science and Technology* H. Pattee and C. Young, eds. American Peanut Research and Education Society, Yoakum, TX.
- Henning, R. J., Allison, A. H., & Tripp, L. D. (1982). Cultural Practices. Pages 123-138 in: *Peanut Science and Technology* H. Pattee and C. Young, eds. American Peanut Research and Education Society, Yoakum, TX.
- Hylkema, A.L. (2011). Haiti soil fertility analysis and crop interpretations for principal crops in the five winner watershed zones of intervention. M.S. Thesis. Université de Floride, Gainesville.
- Iannotti, L. L., Henretty, N. M., Delnatus, J. R., Previl, W., Stehl, T., Vorkoper, S., Bodden, J., Maust, A., Smidt, R., & Nash, M. L. (2015). Ready-to-use supplementary food increases fat mass and BMI in haitian school-aged children. *J. Nutr.* 145:813-822.
- MacDonald, D., Subrahmanyam, P., Gibbons, R., & Smith, D. (1985). Early and late leaf spots of groundnut. Information Bull. No. 21. ICRISAT, Patancheru. MFK (2017). *Meds & Food for Kids*. Consulté sur <https://mfkhaïti.org>
- Naab, J., Prasad, P., Boote, K., & Jones, J. (2009). Response of peanut to fungicide and phosphorus in on-station and on-farm tests in Ghana. *Peanut Sci.* 36:157-164.
- Nelson, R., Jolly, C., Hinds, M., Donis, Y., & Prophete, E. (2003). Consumer preferences for peanut butter (mamba) products in Haiti: A conjoint analysis. *Peanut Sci.* 30:99-103.
- PMIL (2017). Laboratoire d'innovation sur les arachides et les mycotoxines de l'Université de Géorgie. Consulté sur <http://www.caes.uga.edu/global/feed-the-future-innovation-labs/peanut-mycotoxin-innovation-lab.html>
- Schwartzbord, J. R., & Brown, D. L. (2015). Aflatoxin contamination in Haitian peanut products and maize and the safety of oil processed from contaminated peanuts. *Food Control* 56:114-118.
- Shokes, F., & Culbreath, A. K. (1997). Early and late leaf spots. Pages 17-20 in: *Compendium of Peanut Diseases*, 2nd Ed. N. Kokalis-Burelle, D. Porter, R. Rodriguez-Kabana, D. Smith and P. Subrahmanyam, eds. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN.
- Stalker, H.T. (1997). Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Res.* 53:205-217.
- Subrahmanyam, P. (1997). Rust. Pages 31-33 in: *Compendium of Peanut Diseases*, 2nd Ed. N. Kokalis-Burelle, D. Porter, R. Rodriguez-Kabana, D. Smith and P. Subrahmanyam, eds. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN.
- Subrahmanyam, P., Reddy, L., Gibbons, R., & MacDonald, D. (1985). Peanut rust: a major threat to peanut production in the semiarid tropics. *Plant Dis.* 69:813-819. USDA-NASS (2016). Base de données des statistiques agricoles. Consulté sur <https://www.nass.usda.gov>
- Waliyar, F., Adamou, M., & Traoré, A. (2000). Rational use of fungicide applications to maximize peanut yield under foliar disease pressure in West Africa. *Plant Dis.* 84:1203-1211.
- WHO (2017). Malnutrition. Organisation mondiale de la santé. Consulté sur [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/child/malnutrition/en/](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/child/malnutrition/en/)

# Chapter 1.2 Le Projet PMIL

**Objectifs et rôle du projet PMIL :** Le laboratoire d'innovation sur les arachides et les mycotoxines (PMIL) fait partie de l'initiative Feed the Future du gouvernement américain, administrée par l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), et il a pour objectif d'améliorer les moyens de subsistance et la santé dans les pays en voie de développement grâce aux progrès faits au niveau de la recherche sur l'arachide en ce qui concerne la production, la transformation et les marchés. Le projet de la Chaîne de valeur haïtienne est une collaboration multidisciplinaire qui implique des spécialistes de l'Université de Floride, de l'Université de Géorgie et de l'Université Cornell. La clé de ce projet réside dans la collaboration de partenaires sur place dans le pays – la MFK, l'Acceso et la Première Steppe Ferme. En outre, le PMIL dispose également d'un programme mondial de sélection d'arachides, notamment d'une initiative relativement nouvelle en Haïti, dirigée par Barry TILLMAN de l'Université de Floride, en collaboration avec Raphael COLBERT de l'Université Quisqueya en Haïti.

De 2007 à 2012, le programme précédent de PMIL, le Programme d'appui à la recherche concertée sur les arachides (PCRSP), travaillait directement avec la MFK pour améliorer la production locale. Au cours de cette phase du projet, les efforts ont principalement consisté à travailler directement avec les agriculteurs locaux en fournissant le soutien d'un agronome local travaillant auprès de la MFK. La production locale était liée à la fourniture d'arachides à l'usine de la MFK mais également aux marchés locaux.

En 2013, le projet a été associé à TechnoServe, une ONG internationale reconnue pour ses efforts dans le développement des agro-industries, qui fournissait un appui technique à l'usine de production d'ATPE de Partners in Health / Zanmi Lasante dans la région du Plateau central. Pendant ce temps, Acceso a été formé et a repris ce rôle en adoptant une approche de modèle de petite entreprise. Comme indiqué précédemment, son modèle fournit des intrants techniques pour améliorer la production, tels que des services de travail du sol, des variétés améliorées, des engrais et des fongicides.

De 2013 à 2017, le PMIL, en collaboration avec la MFK et l'Acceso, s'est concentré sur la recherche appliquée pour soutenir les programmes de sensibilisation et les intrants techniques pour les petits exploitants agricoles. Cela consistait de travailler avec les agronomes et les gestionnaires de dépôts d'Acceso. La recherche appliquée a été menée par la MFK en collaboration avec l'Acceso et a permis une formation plus formelle d'étudiants et d'agronomes locaux. Pendant tout ce temps, les informations générées par le programme de recherche et les conseils techniques des spécialistes du PMIL ont continué de fournir des informations facilitant l'élaboration des documents de vulgarisation agricole.

Vers la dernière phase du projet, le PMIL est passé des programmes de vulgarisation (formations et matériels destinés aux producteurs) à la recherche appliquée sur la production et à la formation d'agronomes, de gestionnaires de dépôts de l'Acceso (la formation des formateurs) et d'étudiants en agronomie chez des universités dans la région. Ce partenariat avec les universités locales a permis de former 34 étudiants de premier cycle en recherche appliquée grâce à un programme de stage / recherches de premier cycle rigoureux et compétitif proposé par la MFK.

Parmi les recherches appliquées relatives à l'amélioration du rendement, les objectifs spécifiques étaient les suivants :

1. Évaluer et cribler plusieurs variétés afin d'identifier une variété à haut rendement, résistante aux maladies et adaptée à l'environnement en Haïti ;
2. Déterminer le nombre optimal d'applications de fongicides pour les types de marché et les marchés runner et Valencia cultivés en Haïti ;
3. Évaluer l'effet de différents traitements visant à améliorer la fertilité du sol ; et
4. Déterminer la méthode la plus appropriée pour la plantation des types de marché et des types de marché de l'arachide runner et Valencia.

## *Références :*

MFK (2017). Meds & Food for Kids. Consulté sur <https://mfkhaiti.org>

PMIL (2017). Laboratoire d'innovation sur les arachides et les mycotoxines. Consulté sur <http://www.caes.uga.edu/global/feed-the-future-innovation-labs/peanut-mycotoxin-innovation-lab.html>

# Chapitre 1.3 Meilleures pratiques recommandées pour la production d'arachides en Haïti

**Objectif** : Donner aux agronomes et aux conseillers de producteurs haïtiens les meilleures recommandations possibles fondées sur nos recherches concernant les variétés, les plantations, la fertilité et les fongicides, afin de contribuer au développement d'un ensemble technologique plus complet pour les producteurs haïtiens de cacahuètes. Ces recommandations sont basées sur les résultats de nos recherches et expériences en Haïti et dans le Sud-est des États-Unis.

## Sélection de variétés :

**Valencia.** À l'heure actuelle, nos efforts de recherche n'ont pas permis d'identifier une variété à haut rendement et résistante aux maladies qui surpasse systématiquement le type Valencia haïtienne locale. Le New Mexico Valencia A a fait l'objet d'évaluations approfondies lors des essais de fongicides (chapitre 2.1), mais n'a apporté aucun avantage par rapport au Valencia haïtienne locale en termes de contrôle de la gravité des maladies ou d'augmentation du rendement (Figure 2.1.b).

Les essais d'évaluation des 6 meilleures variétés de type Valencia (chapitre 2.2) ont montré que le 309 Tan, une variété de Valencia provenant du programme de sélection végétale de l'Université d'État du Nouveau-Mexique (NMSU), s'est montrée hautement résistante aux maladies foliaires en Haïti, mais ne donnait pas un rendement aussi élevé que celui du Valencia haïtienne locale, à la fois dans les parcelles avec et sans fongicide (Figure 2.2.b). De même, alors que d'autres variétés du programme de sélection de la NMSU ont eu un rendement absolu supérieur à celui de Valencia local, l'augmentation ne semble pas être suffisamment importante pour justifier l'introduction d'aucune de ces variétés en Haïti à l'heure actuelle.

*Recommandation actuelle* : les agriculteurs souhaitant cultiver un type de marché Valencia devraient continuer à utiliser le Valencia haïtienne locale.

**Runner.** La variété Georgia-06G a constamment surpassé le runner haïtien local dans les essais du calendrier d'application des fongicides (Figure 2.1.b). D'un point de vue physiologique, la variété Georgia-06G présente généralement une croissance chétive en Haïti et, comparée à sa croissance dans le sud-est des États-Unis, ne semble pas prospérer dans la plupart des sols haïtiens. Cependant, lors du creusage, la masse des gousses reste toujours supérieure à celle du runner haïtien local. En outre, il convient de noter que la Georgia-06G est extrêmement sensible à la rouille des arachides alors que le runner local s'est montré particulièrement sensible à la tache foliaire tardive (Figure 2.1.a).

*Recommandation actuelle* : Bien que la variété Georgia-06G ne soit pas la variété idéale pour Haïti, elle pourrait être une bonne option pour les producteurs jusqu'à ce qu'une meilleure option soit identifiée.

Il convient de noter que les variétés haïtiennes locales ont plusieurs traits positifs qui semblent avoir été sélectionnés intrinsèquement à travers des années de culture en Haïti. Les deux variétés ont une excellente vigueur de semence ; elles sont presque toujours les premières à germer et tous deux semblent bien pousser dans les sols haïtiens. Cela peut également inclure une plus grande résistance aux maladies indigènes provenant du sol. Cela suggère qu'un programme de sélection local visant à améliorer encore ces adaptations locales pourrait être une stratégie réalisable à l'avenir.

**Fertilité** : Jusqu'à présent, aucun des traitements de fertilité que nous avons évalués en Haïti n'a permis d'augmenter le rendement (chapitres 3.1, 3.2 et 3.3). Cependant, il faut souligner que bon nombre de ces études de fertilité ont été menées dans des champs qui présentaient probablement un niveau résiduel d'éléments nutritifs satisfaisant par rapport aux précédentes cultures d'arachides qui avaient été fertilisées. Davantage d'études doivent être menées dans les champs présentant des carences en fertilité connues avant qu'une recommandation définitive puisse être formulée. Il convient toutefois de noter que nous avons constaté une tendance *numérique* (mais pas statistiquement significative) dans les études les plus récentes sur la fertilité (chapitre 3.2), suggérant qu'une réponse significative au rendement serait obtenue dans les sols déficients en éléments nutritifs.

Comme indiqué dans les recherches sur l'acide fulvique et les applications foliaires, le sol à pH élevé contribue

grandement à la difficulté d'établir des recommandations en matière d'engrais pouvant augmenter les rendements de manière significative, en dépit des carences connues dans la plupart des sols.

Il semble que l'utilisation d'un inoculant (pour augmenter la nodulation des racines chez les espèces de *Rhizobia*) ne soit pas nécessaire en Haïti. Nous n'avons pas constaté d'augmentation de rendement positive dans les essais d'inoculant que nous avons menés (chapitre 3.1) en 2015, et nous avons toujours constaté une bonne nodulation des racines des plantes dans les champs non inoculés. Il convient également de noter que l'inoculant nécessite des conditions d'entreposage froides (ce qui rend la mise en œuvre de cette pratique très difficile) et n'est pas facilement disponible en Haïti. En outre, les résultats obtenus des évaluations des sols alcalins au Texas suggèrent que l'inoculum liquide surperformait considérablement les formes granulaires et que la pratique d'enrober les semences avec un inoculant n'était pas du tout efficace.

*Recommandation actuelle* : Etant donné que l'analyse des échantillons de sol n'est pas très pratique en Haïti et que l'infertilité générale de la plupart des sols est très répandue, nous suggérons toujours que les producteurs appliquent de 40 à 60 kg / ha d'engrais 20-20-10 ou de DAP lors de la plantation ou en bande entre deux à trois semaines après la plantation. Cependant, nous ne suggérons pas d'utiliser un inoculant à ce moment.

**Plantation** : Les essais d'espacement des semences / rangées (chapitre 4.1) ont démontré de manière constante que la densité de plantation idéale n'est pas la même pour le coureur local et le Valencia local.

**Valencia.** Globalement, quel que soit l'espacement entre les rangs et entre les plantes individuelles sur le rang, le rendement de la variété Valencia augmente régulièrement avec la densité de plantation (Tableau 4.1.c et Figure 4.1.c). Cependant, l'écart de rendement entre les traitements dont les rangées sont espacées de 12 et environ 0,45 mètres est généralement inférieur à l'écart entre les parcelles dont les rangées sont espacées de 24 et environ 0,45 mètres, respectivement. L'écart de rendement est également inférieur entre les parcelles semées à trois et à 20 semences / mètre, comparativement à l'écart de rendement entre les parcelles semées à une et à 10 semences / mètre, respectivement (Figure 4.1.d). En l'absence d'une analyse coûts-avantages formelle, cela suggère qu'un espacement des rangs d'environ 0,45 mètres semés à 10 semences / mètre pourrait être la meilleure option pour les producteurs en Haïti. Cependant, il convient de noter que ces études ont été menées avec des semences de haute qualité avec une excellente germination. Ce n'est souvent pas le cas en Haïti. Par conséquent, si la germination des graines est d'une qualité douteuse, nous vous conseillons d'utiliser un espacement des rangs d'environ 0,30 mètres avec un espacement de 10 semences / mètre sur le rang ou un espacement des rangs d'environ 0,45 mètres avec un espacement de 20 semences / mètre sur le rang.

La corrélation positive entre la densité de plantation et le rendement pour le Valencia local a été corroborée par les essais évaluant la méthode de semis en ligne par rapport à la plantation dispersée (chapitre 4.2). Dans ces études, nous avons constaté que la méthode traditionnelle de plantation par dispersion n'entraînait pas de perte de rendement par rapport à la même quantité de graines semées en lignes. Comme mentionné ailleurs, bien que nous estimions que la plantation en lignes présente de nombreux avantages (meilleur contrôle de la densité de plantation, meilleure protection des cultures et de la récolte, etc.) et que nous continuerons à préconiser cette pratique, ces données suggèrent que la méthode traditionnelle peut fournir des rendements équivalents élevés à des densités plus élevées.

**Runner.** Nous n'avons pas trouvé la même cohérence dans la réponse aux traitements d'espacement des semences / écartement des rangées pour la variété runner (Tableau 4.1.c et Figure 4.1.c). Cependant, les rendements dans les parcelles avec un espacement de trois et 20 semences / mètre dans la rangée étaient plus souvent supérieurs à celui des parcelles avec un espacement d'3 semences / mètre (Figure 4.1.d). L'écartement des rangs n'a pas eu d'effet sur le rendement lorsqu'il est planté à trois ou 20 semences / mètre (tableau 4.1.c), ce qui suggère que l'espacement des semences à l'intérieur de la rangée est plus important pour la variété runner.

Les résultats des essais de méthode de plantation en rangée par rapport à la plantation dispersée (chapitre 4.2) confirment qu'une augmentation de la densité de plantation de la variété runner haïtien local n'entraîne pas nécessairement une augmentation significative du rendement (Figure 4.2.c). En outre, similaires aux résultats pour le type de marché de Valencia, les résultats de ces essais suggèrent que la plantation en rangées n'entraîne pas nécessairement une augmentation du rendement par rapport à la méthode traditionnelle de plantation par dispersion. Tant que la densité de plantation est similaire, des rendements similaires peuvent être obtenus à l'aide des deux méthodes.

*Recommandations actuelles* : Pour la variété Valencia, nous suggérons de planter des rangées écartées d'environ 0,45 mètres avec 10 semences / mètre ou écartées d'environ 0,60 mètres avec 20 semences / mètre sur la ligne. Pour la variété runner, nous suggérons de planter des rangées écartées d'environ 0,60 mètres à 20 semences / mètre sur la ligne. Ces deux suggestions supposent une germination relativement faible de 50 à 70%, ce qui est souvent le cas en Haïti.

**Applications de fongicide** : Les résultats de plusieurs études menées de 2015 à 2017 sur les types de marché de runner et de Valencia soulignent l'importance de la gestion des maladies foliaires en Haïti (chapitre 2.1). Cependant, la perte de rendement des variétés runner est supérieure à celle des variétés Valencia, probablement en raison du phénomène de propagation de la maladie. Les variétés runner nécessitent environ 40 jours de plus que les variétés Valencia pour arriver à maturité et sont donc exposées à la menace et à l'impact des maladies foliaires pendant une période plus longue.

Globalement, on a constaté une relation inverse entre la sévérité de la maladie et les applications de fongicides, à savoir que la maladie augmente avec la diminution des applications de fongicides (Figure 2.1.a). De même, le rendement en gousses a tendance à augmenter avec un plus grand nombre d'applications de fongicides (Figure 2.1.a). En conséquence, une simple recommandation ne peut être faite simplement sur la base des différences entre les traitements. Des facteurs pratiques, biologiques et économiques doivent également être pris en compte dans le processus de décision.

Par exemple, la plupart des producteurs haïtiens n'ont pas accès à un équipement de pulvérisation de fongicides et les produits appropriés ne sont pas disponibles en général. Par conséquent, la plupart des agriculteurs doivent acheter le service d'application auprès d'un fournisseur de services contractuel (tel que l'Acceso). Dans ce scénario, trois à quatre applications correspondraient probablement au nombre maximal d'applications pouvant être effectuées au cours de la saison.

D'un point de vue biologique, la résistance aux fongicides est un élément clé qui doit être pris en compte lorsqu'on souhaite établir des recommandations en matière d'applications de fongicides. Le fongicide actuellement disponible pour les producteurs du programme Acceso est un mélange de tébuconazole et de chlorothalonil (Muscle® ADV). La résistance au tébuconazole a été détectée aux États-Unis dans les populations des deux agents pathogènes de la tache foliaire, et l'agent pathogène de la rouille pourrait également présenter un risque similaire. Un principe clé pour éviter la résistance est de faire des applications lorsque la population d'organismes pathogènes est faible. En Haïti, nous avons constaté qu'il s'agissait généralement de 30 à 60 jours après le semis (JAS), selon l'agent pathogène en question. Un deuxième facteur qui contribue à ce principe fondamental consiste à utiliser des applications plus fréquentes, garantissant ainsi que la population d'organismes pathogènes est toujours faible lorsque la deuxième / troisième / quatrième application de fongicide est effectuée. Idéalement, donc, en Haïti, les applications devraient débiter autour de 45 JAS et se poursuivre tous les 14 jours afin de réduire le risque de résistance aux fongicides.

Une analyse coûts-avantages plus formelle sera nécessaire pour aider à déterminer la recommandation la plus appropriée. Le simple fait qu'il y ait davantage d'arachides dans les parcelles traitées avec le plus grand nombre d'applications de fongicides ne signifie pas que cela se traduira par un retour sur investissement le plus rentable. C'est pourquoi une analyse plus approfondie est en cours de réalisation par l'économiste de ce programme afin de guider le processus de prise de décision.

*Recommandation actuelle* : Sans considérer une analyse économique - strictement du point de vue de la gestion des maladies - les données et les considérations pratiques et biologiques susmentionnées suggèrent que trois applications en suivant n'importe lequel des calendriers d'application évalués constitueraient la meilleure pratique pour les variétés Valencia cultivées en Haïti. Pour les variétés de runner, nous suggérons que quatre applications effectuées en suivant n'importe lequel des calendriers d'application évalués soit recommandées aux producteurs haïtiens, en particulier pendant la saison pluvieuse.

## Chapitre 1.4 Leçons apprises

**Objectif** : L'objectif de ce chapitre est de reconsidérer les étapes critiques qui ont conduit au succès ainsi que celles qui ont entraîné des échecs dans le cadre de ce projet de recherche, dans le but d'évaluer les technologies potentielles visant à améliorer la productivité de la culture arachidière en Haïti. Les autres chapitres passent en revue les projets achevés avec une collecte de données relativement complète ; cependant, de nombreux autres essais ont été tentés au cours de cette période et ont été jugés insuffisamment définitifs pour être inclus dans ce

rapport, ou n'ont pas été achevés pour diverses raisons. Entreprendre des recherches sur le terrain en Haïti s'est révélé être un défi souvent pour des raisons inattendues. De nombreux enseignements peuvent être tirés pour les projets de recherche futurs en Haïti ou dans des environnements similaires avec une infrastructure de recherche ou une expérience technique limitée.

**Sélection du site :** Sans un centre de recherche approprié avec des données de terrain historiques, une collecte de données météorologiques, des équipements facilitant la préparation du terrain, la plantation, l'irrigation, les récoltes ou le traitement d'échantillons, du personnel qualifié et expérimenté et des mesures de protection contre le bétail ou les intempéries, le fait de mener des recherches rigoureuses et reproductibles constitue un véritable défi. Les efforts préliminaires qui visaient à travailler sur les champs des agriculteurs partenaires, les terres louées ou les terres universitaires ont abouti à des résultats mitigés. Voici quelques exemples :

- Deux essais non clôturés ont été perdus en raison d'une invasion de bétail.
- Un essai effectué chez une université partenaire a été perdu pour ne pas avoir anticipé les vacances des étudiants.
- Au moins deux essais ont été perdus en raison des conditions météorologiques défavorables, y compris les inondations et la sécheresse, avant la mise en place d'un système d'irrigation et d'un système de drainage étendu.
- La variabilité des conditions du sol (texture et fertilité) est relativement élevée, et cette variabilité n'a pas été incluse dans les données de certains essais. Les données sur les sols constituaient un défi, et la qualité, le coût et la rapidité de l'analyse locale étaient limités. Des échantillons de sol ont été envoyés aux États-Unis, nécessitant une autorisation et des frais d'expédition. En outre, le pH élevé des sols exigeait des techniques analytiques similaires à celles couramment utilisées en Géorgie.
- L'accès à l'équipement pour la préparation du terrain était un facteur limitant pour les premiers essais, en raison du nombre limité de tracteurs dans le pays. La préparation manuelle était possible, mais souvent extrêmement coûteuse et de qualité irrégulière.

**Partenaires collaborateurs :** Les agriculteurs, les techniciens agricoles et les agronomes haïtiens ont un niveau d'expérience varié, mais généralement limité, dans la conception et la réalisation d'expériences de recherche contrôlées. En raison du manque de mécanisation de tous les processus de préparation, de plantation, de gestion, de récolte et de traitement des échantillons, le recours intensif à la main-d'œuvre (main-d'œuvre souvent non formée pouvant avoir une grande expérience dans la production, mais aucune expérience en matière de recherche) ouvre la porte à des erreurs. La communication multilingue et multiculturelle s'est avérée difficile. Voici quelques exemples :

- Après la récolte des parcelles semées dans le but d'évaluer un produit de biocontrôle, les ouvriers agricoles ont mélangé toutes les répétitions de parcelles de traitement et de contrôle pour faciliter le séchage.
- Des essais d'évaluation variétale ensemencés à la main ont été abandonnés quand les plantes commençaient à atteindre la maturité ; à ce moment-là, des différences physiologiques évidentes et cohérentes sont apparues entre les différentes rangées d'une seule variété, probablement en raison d'un travail inattentif pendant l'ensemencement. Cela a entraîné la perte de semences importées précieuses et l'échec de l'essai.
- Des assistants de terrain, se sentant pressés et ne voulant pas travailler (avec raison) sous le chaud soleil de l'après-midi, ont achevé la récolte de plusieurs essais sans étiquetage approprié, ce qui a entraîné une perte totale des données.
- Les partenaires sur le terrain dans le pays comptaient souvent sur des stagiaires étrangers à court terme, ce qui entraînait une perte de continuité et un manque d'apprentissage institutionnel. Le niveau d'expérience des stagiaires dans le domaine de l'agriculture varie considérablement et conduit à des problèmes de passation du mandat et à un manque de direction stratégique.
- Le recours à des experts états-uniens pour la conception et la supervision de la recherche a conduit à un manque occasionnel dans l'établissement des priorités de recherche en fonction des conditions des agriculteurs ou à l'incapacité de superviser de manière adéquate la mise en œuvre des essais et la collecte de données.

**Equipements et installations :** Comme indiqué précédemment, la mécanisation des processus sur le terrain était un facteur limitant initial, mais elle a été résolue avec le temps en concentrant les efforts sur des sites ciblés. Certains équipements indispensables à la collecte de données de qualité, mais qui ont souvent été négligés, comprennent :

- Entreposage adéquat et approprié pour les semences (idéalement conditionnées), les intrants, les outils, etc.
- Stations météo avec enregistreurs de données et pluviomètres de secours.

- Outils simples pour le marquage de parcelles, étiquettes, sacs en maille pour les échantillons prélevés des parcelles, balances fonctionnant sur batterie, humidimètres robustes (Dicky John miniGAC®) et équipements d'analyse quantitatif simplifié de teneur en aflatoxines (Mobile Assay mReader).
- Des pulvérisateurs à dos robustes et faciles à calibrer à l'usage des techniciens locaux, notamment des rampes pour la pulvérisation à plusieurs rangées afin de réduire le niveau de variabilité.
- L'accès à une connexion Internet de qualité s'est amélioré et a permis une meilleure communication, facilitant notamment le partage de photos et de données en temps réel.
- Les équipements de préparation sur le terrain, tels que l'utilisation de tracteurs à deux roues de fabrication chinoise, constituaient une première amélioration. L'utilisation ultérieure de tracteurs plus gros, mais encore relativement petits, pour le labourage fait par une charrue à disques, le hersage, le labourage à motoculteur, le semis et le battage est essentielle pour agrandir la superficie cultivée au-delà d'une petite parcelle. La bonne mise en œuvre de ces équipements pour les agriculteurs reste difficile à atteindre en raison des coûts d'exploitation élevés, des petites parcelles avec des conditions hétérogènes, de la variabilité des pentes et des sols, ainsi que du grand nombre d'arbres et de roches dans de nombreuses parcelles.

## Résultats remarquables :

- Au cours des trois dernières années du projet, le programme de stages à la MFK a été géré en partenariat avec des universités locales. Le rôle de la MFK, y compris le programme de recherches, l'appui sur le terrain et la supervision, a été essentiel à l'établissement de ces liens. C'est une vraie victoire, mais cela nécessite de tirer les leçons des efforts précédents et de constituer une équipe de recherche fonctionnelle.
- Barry TILLMAN a pu établir une relation avec un récent doctorant, Raphael COLBERT, afin de travailler sur la sélection des haricots et d'intensifier ses efforts en matière d'évaluation des arachides. Après une période d'apprentissage initial, l'équipe de recherche de l'Université Quisqueya / de la Fondation CHIBAS a mis en place un système de qualité permettant d'évaluer le matériel génétique dans leur ferme de recherche située à Cabaret. Cela signifie que trois sites fiables sont maintenant disponibles pour les essais scientifiques et qu'il existe un potentiel pour une véritable stratégie à long terme consistant à incorporer des traits améliorés dans les variétés adaptées déjà existantes grâce à la sélection végétale.
- Une ferme locale d'échelle commerciale, Premier Steppe Ferme, a collaboré pour augmenter la disponibilité de ces intrants ainsi que d'autres matériels sur leur ferme, en plantant des parcelles allant jusqu'à 10 ha et en obtenant des rendements moyens de deux à trois fois supérieurs à la norme locale. On a également appris à adapter des technologies mécanisées de pointe aux moyennes entreprises, telles que l'utilisation d'équipements usagés à deux rangs provenant des États-Unis, ainsi que la batteuse multi-espèce Colombo de fabrication brésilienne.

## Moments d'enseignement significatifs :

- Les premiers essais avec des lignées de sélection de l'ICRISAT-Inde ont montré un grand potentiel en termes de résistance aux maladies et de tolérance à la sécheresse (Annexe IV). Ces variétés étaient très attrayantes pour les agriculteurs locaux en raison de leurs caractéristiques agronomiques, produisant régulièrement des rendements trois fois plus élevés que ceux des variétés locales même en cas de mauvaises récoltes dues à la sécheresse. Cependant, quand l'une des variétés les plus performantes (ICGV 99030) dont les semences ont été multipliées a finalement été essayée pour la consommation, il a été constaté que l'arôme, la qualité et la teneur en huile étaient complètement inacceptables. En supposant que cela soit peut-être dû à une mauvaise manipulation post-récolte, une deuxième récolte a été produite avec des résultats similaires. On a appris par la suite que ces variétés n'étaient pas destinées à être écoulées sur le marché, mais plutôt à servir en tant que sources de matériel génétique permettant de faire des croisements locaux, et qu'elles n'avaient jamais fait l'objet d'un dépistage des caractères liés à la consommation.
- Bien que ces données suggèrent que les variétés améliorées ont un certain potentiel d'exploitation, les variétés locales continuent à être dominantes. Cependant, ils ne dominent que localement. Les essais de variétés de runner dans la région du Plateau central se sont avérés un échec, non pas en raison de limitations de rendement, mais à cause de l'aversion des cultivateurs locaux envers cette variété due au manque de demande sur le marché (apparemment à cause de sa teneur en huile trop élevée), la préférence des agriculteurs pour les types d'arachide de port érigé parce que ces derniers sont plus faciles à récolter, et la stratégie prédominante consistant à faire deux plantations pendant la saison pluvieuse, ce qui n'est possible

qu'avec les variétés Valencia de courte durée. La stratégie alternative consistant à se concentrer sur une seule plantation à haut rendement était inacceptable pour la plupart des agriculteurs, probablement à cause de ses risques. Inversement, dans le Nord et le Nord-Est, la variété Valencia a été jugée inacceptable car son rendement était trop faible et sa récolte apparemment difficile (contrairement au Plateau central) et le manque de demande sur le marché pour cette variété (qui aurait été trop pauvre en huile). Même sur une zone géographique relativement restreinte, les gens ont de fortes préférences, et la recherche ne devrait pas tenter de les surmonter, mais plutôt de fonctionner dans le cadre de ses stratégies existantes.

## Piliers probables pour le succès futur :

- L'accessibilité financière et la qualité des semences restent des facteurs limitants critiques. L'expansion continue dans la production de semences, visant à améliorer la qualité des semences (maintenir la germination et la vigueur) et à réduire les coûts pour les agriculteurs pendant la saison des semailles, sera essentielle pour améliorer la productivité et réduire les coûts. Cela sera également essentiel pour l'introduction de variétés améliorées.
- Il sera essentiel de trouver des variétés à rendement élevé, plus résistantes aux maladies et à la sécheresse, et répondant aux exigences locales en matière de qualité, afin de dépasser les faibles rendements actuels. Des progrès peuvent être réalisés dans l'intervalle grâce à l'amélioration des pratiques agronomiques, mais les données présentées dans le présent rapport indiquent clairement le potentiel de gains génétiques.
- Les efforts de mécanisation au niveau des agriculteurs (travail du sol à petite échelle, planteurs) ne se sont pas révélés rentables à ce jour. Cependant, augmenter la production sans une certaine mécanisation ne sera pas rentable à l'avenir, d'autant plus que la disponibilité de la main-d'œuvre rurale continue de diminuer et que les coûts augmentent. Les technologies éprouvées (traction animale) et les nouvelles technologies (batteuses mobiles) doivent être évaluées.

## Autres domaines de recherche dans l'avenir :

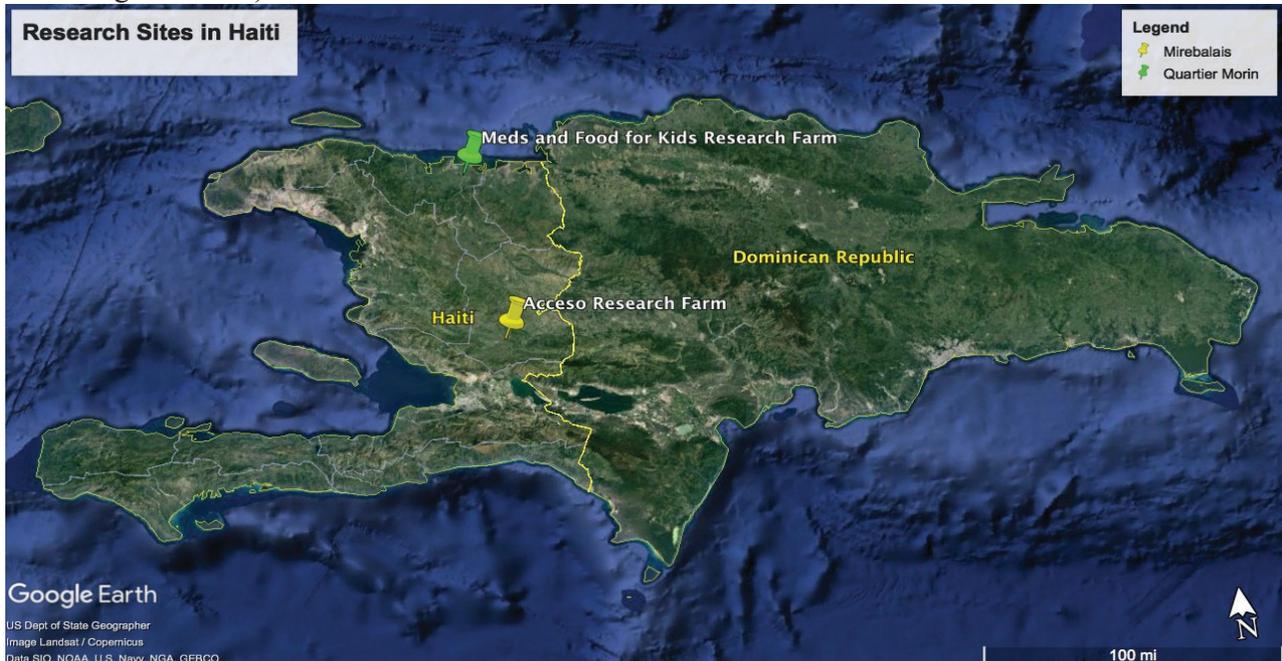
- La germination des semences a été un problème constant au cours des essais et a entraîné des recommandations plus élevées en matière du taux de semis et des coûts qui associés que si les taux de germination demeuraient élevés. La vigueur des semences, telle que mesurée au moment de l'émergence, a révélé une différence surprenante entre les variétés locales, qui étaient généralement rapides à émerger, et les variétés importées, qui prenaient souvent plusieurs jours de plus. Un futur projet devrait évaluer les facteurs environnementaux (fertilité du sol et l'impact des maladies en phase de maturité) ainsi que les facteurs du traitement poste-récolte (températures de séchage élevées dues au séchage au soleil, conditions d'entreposage) qui ont une incidence sur la vigueur et la germination des semences.
- Les recommandations sont basées sur des données rigoureuses collectées au cours de plusieurs saisons et à plusieurs endroits. Cependant, la mise en œuvre de ces recommandations doit être évaluée à l'échelle appropriée et sur les champs des agriculteurs. La collecte de données empiriques de qualité sur les champs des agriculteurs reste un défi, mais doit également être abordée par des efforts concertés avec les agriculteurs ciblés.

**Observations finales :** Enfin, il existe une grande sagesse dans plusieurs proverbes haïtiens couramment utilisés qui méritent d'être relatés en relation avec notre expérience de recherche :

1. « Kabrit ak twòp met mouri anba solèy » (Une chèvre avec trop de propriétaires meurt au soleil). Il faut avoir une communication et délimitation des responsabilités bien définie, ce qui devient particulièrement important dans des contextes multilingues et multiculturelles. Avec de nombreuses personnalités, étrangères et locales, et une forte rotation du personnel clé, plusieurs leçons clés ont dû être apprises plus d'une fois.
2. « Pise gaye pa kimen » (L'urine ne forme jamais d'écume lorsqu'elle est étalée). Bien qu'un peu grossier, l'idée de ne pas trop disperser les efforts ou d'essayer d'atteindre trop de choses était la clé du succès ultérieur du programme. Les essais ont été menés sur deux sites bien surveillés et gérés, où des contrôles adéquats ont été appliqués pour adresser des variables inattendues et où des enseignements ont été tirés au fil du temps.
3. « Wòch nan dlo pa konn doulè wòch nan solèy » (La roche dans l'eau ne comprend pas la souffrance de la roche au soleil). Ce proverbe permet de tirer deux leçons principales : 1) Les collaborateurs basés aux États-Unis doivent prendre le temps de communiquer en profondeur et de comprendre les limitations locales, y compris au niveau de la main-d'œuvre ainsi que les contraintes individuelles du personnel, et d'investir dans des solutions à long terme ; et 2) les priorités de recherche devraient être bien ancrées dans la réalité du système agricole local afin de garantir que les résultats de recherche obtenus soient pertinents.

# Chapitre 1.5 Sites de recherche sur le terrain

**Lieux :** Les essais sur le terrain ont été menés sur des sites de recherche appartenant à nos partenaires en Haïti, Meds & Food for Kids (MFK) et Acceso Peanut Enterprise Corporation. La ferme de recherche Acceso est située dans la région du Plateau central, dans la communauté de Coupe Gorge (située tout près de la ville de Mirebalais), (18 ° 50' 21,05 " de latitude nord, 72 ° 3' 29,33" de longitude ouest), en Haïti. Les parcelles de recherche de l'usine de la MFK sont situées dans la communauté de Quartier Morin (située à l'est de Cap-Haïtien), Haïti (19 ° 41' 32.17 " de latitude nord, 72 ° 9' 16.91" de longitude ouest).



**Rotation des cultures.** À la MFK, tous les champs avaient un historique de culture d'arachides. Dans la plupart des cas, les arachides ont été plantées sans rotation avec d'autres cultures, avec une période de jachère de 3 à 6 mois entre les cultures. Dans certains cas, l'arachide a suivi une rotation de sorgho. À la ferme de recherche de l'Acceso, l'arachide a souvent suivi plusieurs années de production de haricots et / ou de sorgho. Comme les études sur les arachides ont été menées toute l'année, on nous a assuré qu'une source d'inoculum constante était présente pour les essais de fongicides et de variétés menés contre les maladies de taches foliaires et la rouille.

**Types de sol.** Sur la base d'échantillons de sol évalués à l'Université de Géorgie, le type de sol dans les champs utilisés à la MFK était un loam sableux-argileux avec un contenu moyen de 42% de sable, 27% de limon et 30% d'argile avec un pH de 7,4 et des niveaux de calcium de plus de 3000 kg / ha. Les champs utilisés dans la ferme de recherche de l'Acceso étaient constitués d'une base argileuse et contiennent 25% de sable, 25% de limon et 50% d'argile, avec un pH de 7,1 (CaCl<sub>2</sub>) et des taux de calcium supérieurs à 3 000 kg / ha (voir l'Annexe II pour les résultats des analyses d'échantillons de sol).



Une partie du terrain consacré aux parcelles de recherche de l'usine de la Meds & Food for Kids (MFK) située non loin du Cap-Haïtien (Quartier Morin), Haïti.



Le champ arrière en préparation pour la plantation à l'usine de la Meds & Food for Kids (MFK) située non loin du Cap-Haïtien (Quartier Morin), Haïti.



Parcelles de recherche utilisées sur la ferme de recherche de l'Acceso située à Coupe Gorge (commune de Mirebalais) dans la région du Plateau central d'Haïti.



Autres champs utilisés pour la recherche à la ferme de recherche l'Acceso située à Coupe Gorge (commune de Mirebalais) dans la région du Plateau central d'Haïti.

# Chapitre 2.1 Essais de calendrier d'application de fongicides - Runner et Valencia

**Objectif :** Déterminer le nombre approprié d'applications de fongicides et le meilleur calendrier d'application pour réduire la gravité des maladies foliaires et augmenter le rendement des types de runner et de Valencia cultivés en Haïti.

**Conception expérimentale :** Cinq essais avec des arachides du type de marché runner ont été menés sur le site de recherche de la MFK de 2015 à 2017. Tous les essais ont été présentés dans une conception en parcelles divisées en quatre répétitions. La variété constituait le traitement principal, comprenant le runner haïtien local ou la Georgia-06G, le cultivar prédominant dans le sud-est des États-Unis. Le fongicide constituait la petite parcelle, comprenant six régimes d'application différents, plus un contrôle non traité (voir le tableau 2.1 pour de plus amples détails). Les dates du semis et de la récolte de chaque essai étaient les suivantes : du 23 mars au 13 août 2015 ; du 9 novembre 2015 au 8 mars 2016 ; du 19 février au 23 juin 2016 ; du 16 octobre 2016 au 19 février 2017 ; du 31 mars au 12 août 2017.

Deux essais portant sur des arachides du type de marché Valencia ont été réalisés sur le site de recherche de l'Acceso dans le Plateau central au printemps de 2015 et de 2016, et trois autres sur le site de recherche de la MFK au printemps et à l'automne 2016 et au printemps 2017. Les essais ont été organisés selon une conception de parcelles divisées en quatre répétitions. La variété était le traitement principal de la parcelle et comprenait le Valencia haïtienne locale et le New Mexico Valencia-A, un cultivar amélioré planté dans le sud-ouest des États-Unis. Le traitement fongicide était la sous-parcelle et consistait en six régimes d'application différents plus un contrôle non traité (voir le Tableau 2.1.a pour plus de détails). Les dates de plantation à la récolte au Plateau central pour chaque essai ont été les suivantes : du 31 mars au 30 juin 2015 ; du 8 avril au 16 juillet 2016. Les dates de semis à la MFK pour chaque essai ont été les suivantes : du 14 mars au 16 juin 2016 ; du 29 août au 28 novembre 2016 ; 15 mai au 29 août 2017.

**Tableau 2.1.a:** Détails sur les traitements utilisés pour les essais de calendrier d'application de fongicides avec les variétés runner et Valencia en Haïti

| Type de marché | Nombre total d'applications | Initiation <sup>y</sup> | Intervalle d'application <sup>z</sup> | Calendriers d'application |
|----------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Runner         | 6                           | 30                      | 14                                    | 30, 44, 58, 72, 86, 100   |
|                | 4                           | 37                      | 21                                    | 37, 58, 79, 100           |
|                | 4                           | 45                      | 21                                    | 45, 66, 87, 108           |
|                | 3                           | 37                      | 28                                    | 37, 65, 93                |
|                | 3                           | 45                      | 28                                    | 45, 73, 101               |
|                | 2                           | 60                      | 28                                    | 60, 88                    |
|                | 0                           | -                       | -                                     | -                         |
| Valencia       | 4                           | 30                      | 14                                    | 30, 44, 58, 72            |
|                | 3                           | 30                      | 21                                    | 30, 51, 72                |
|                | 3                           | 45                      | 14                                    | 45, 59, 73                |
|                | 2                           | 45                      | 21                                    | 45, 66,                   |
|                | 2                           | 45                      | 28                                    | 45, 73                    |
|                | 1                           | 45                      | -                                     | 45                        |
|                | 0                           | -                       | -                                     | -                         |

<sup>y</sup> Nombre des jours après la plantation que la première application a été faite.

<sup>z</sup> Jours entre les applications.

Pour chaque traitement de fongicide, des applications de tébuconazole (0,23 kg / ha) et de chlorothalonil (0,84 kg / ha) (Muscle ADV, Sipcam Agro USA, Durham, Caroline du Nord) ont été effectuées à 188 litres par hectare à l'aide d'un pulvérisateur manuel à réservoir dorsal.

Pour tous les essais, les parcelles mesuraient 1,2 m de large et 4,6 m de long et consistaient en deux rangées d'arachides ; chaque parcelle avait une rangée de bordure non traitée. Les blocs ont été séparés par une allée

de 1,5 m. Les essais de type runner ont été plantés à trois semences par 30,5 cm lors des deux premiers essais et à six semences par 30,5 cm lors des deux derniers essais. Les essais de type Valencia ont été plantés à un taux de trois semences par 30,5 cm dans le Plateau central et de six semences par 30,5 cm dans le Nord. Avant la plantation, les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 85 g de produit pour 45,4 kg de semences. Les champs ont été labourés deux ou trois fois avant la plantation et rotomoulés dans les deux jours précédant la plantation. Quelques jours avant la plantation, les champs dans le Plateau central étaient fertilisés avec du phosphate de diammonium à raison de 45 kg / ha ; à la MFK, le même taux de phosphate de diammonium a été utilisé dans tous les essais exécutés en 2015. Tous les autres essais ont été fertilisés avec de l'engrais 20-20-10 à un taux de 67 kg / ha. Le désherbage manuel a eu lieu 4, 6 et 8 semaines après la plantation, respectivement. Sur le site de recherche de la MFK, les parcelles ont été irriguées avec un système d'arrosage rotatif selon les besoins (deux fois par semaine en l'absence de pluie) avec environ 1,3 cm d'eau par période d'irrigation. Sur le site de recherche de l'Acceso, les parcelles ont été arrosées avec une irrigation par inondation similaire au standard de production local.

**Collecte des données :** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. La sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été remis à sa place. Les gousses ont été placées dans de grands sacs en filet verts (Cady Bag Company, Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après le séchage, les sacs ont été pesés, et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été prélevé pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux ont été ajustés selon le taux d'humidité des gousses, c'est-à-dire 10%.

**Analyse statistique :** Dans le cadre de ce rapport, les moyennes et les erreurs types de la sévérité finale des taches foliaires et de la rouille et du rendement ont été calculées pour tous les essais à l'aide de PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). Une analyse de la variance plus approfondie sera présentée dans une prochaine publication.

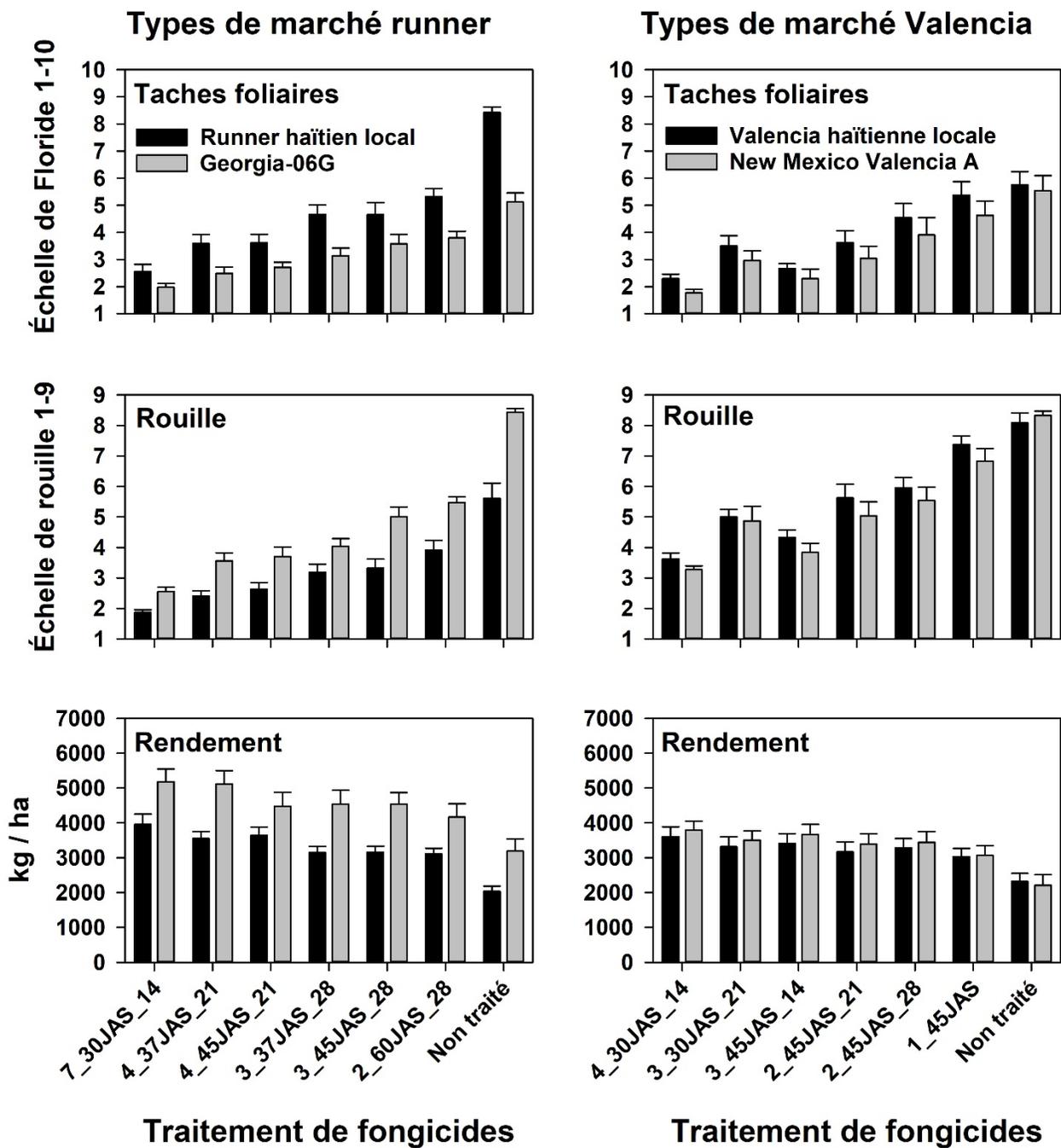
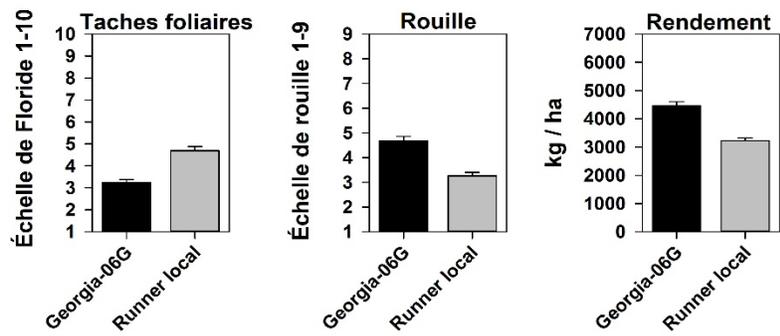
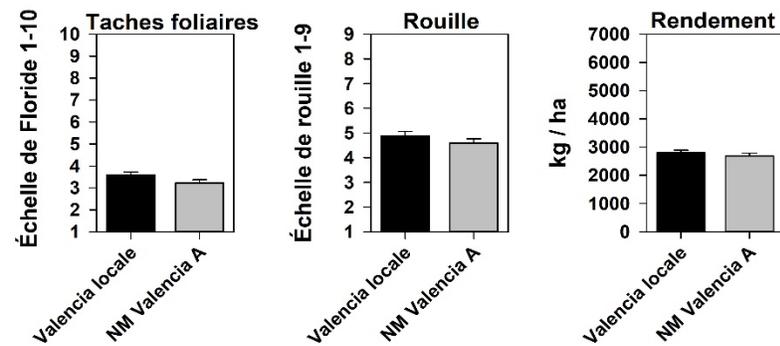


Figure 2.1.a. L'effet du programme de fongicide sur le rendement total en gousses (kg / ha) des arachides de type de marché runner et Valencia a été moyenné sur l'ensemble des essais. Les traitements fongicides sont étiquetés comme suit : nombre d'applications \_ jours après le semis de la première application \_ intervalle de pulvérisation suivant. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne.



**Types de marché d'arachide runner**



**Types de marché d'arachide Valencia**

Figure 2.1.b. L'effet de la variété sur le rendement total en gousses (kg / ha) des arachides de type de marché runner et Valencia a été calculé en moyenne pour tous les traitements et essais de fongicides. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne.



Figure 2.1.c. Essai 3 : Essai de calendrier d'application de fongicides pour les variétés runner, 1<sup>er</sup> juin 2016.



Figure 2.1.d. Essai 3 : Essai de calendrier d'application de fongicides pour les variétés runner, 23 juin 2016.



Figure 2.1.e. Essai 1 à la MFK : Essai de calendrier d'application de fongicides pour les variétés Valencia, 29 avril 2016.



Figure 2.1.f. Essai 1 à la MFK : Essai de calendrier d'application de fongicides pour les variétés Valencia, 1<sup>er</sup> juin 2016.



Figure 2.1.g. Essai 1 dans le Plateau central : Essai de calendrier d'application de fongicides pour les variétés Valencia, 11 juin 2015. (PC, PMIL).



Figure 2.1.h. Essai 2 dans le Plateau central : Essai de calendrier d'application de fongicides pour les variétés Valencia, 15 juin 2016.

## Chapitre 2.2 Évaluation des 6 meilleures variétés Valencia avec / sans fongicides

**Objectif :** Évaluer les performances des lignées de sélection avancées du type de marché Valencia développées par le Dr. Naveen Puppala à l'Université d'État de Nouveau-Mexique en vue d'une éventuelle introduction en Haïti. Le principal intérêt est de déterminer la réponse variétale aux maladies foliaires en fonction de la gravité finale de l'infection et du rendement des gousses.

**Conception Expérimentale :** Cinq essais ont été menés en Haïti de 2015 à 2017, dont quatre à la MFK et un à la ferme de recherche de l'Acceso dans le Plateau central.

**Tableau 2.2.a.** Dates de semis, de récolte, et de taux d'ensemencement et longueur des parcelles pour tous les essais de 2015 à 2017.

|                               | Essai                |                      |                      |                      |                      |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                               | 1                    | 2                    | 3                    | 4                    | 5                    |
| <b>Lieu</b>                   | MFK                  | MFK                  | MFK                  | MFK                  | Plateau central      |
| <b>Date de semis</b>          | 13 nov. 2015         | 23 mars 2016         | 24 août 2016         | 27 jan. 2017         | 19 jan. 2017         |
| <b>Date de récolte</b>        | 25 fév. 2016         | 21 juin 2016         | 29 nov. 2016         | 3 mai 2017           | 4 mai 2017           |
| <b>Taux d'ensemencement</b>   | 3 semences / 30.5 cm | 6 semences / 30.5 cm | 6 semences / 30.5 cm | 6 semences / 30.5 cm | 3 semences / 30.5 cm |
| <b>Longueur des parcelles</b> | 3.04                 | 4.6 m                | 4.6 m                | 4.6 m                | 4.6 m                |

Tous les essais ont été organisés selon une conception en parcelles divisées avec quatre à six répétitions. Six variétés de Valencia comprenaient les traitements de parcelles principales et les traitements de fongicides (avec ou sans trois applications) constituaient les traitements de sous-parcelles. Les six variétés incluses dans ces études incluaient la Valencia haïtienne locale et les cinq lignées de sélection avancées suivantes développées par la station expérimentale de l'Université Agricole d'État du Nouveau-Mexique, située à Clovis (Nouveau-Mexique) : 309 Red, 309 Tan, M2, M3 et SCGV0801.

Les traitements de fongicides ont consisté en une combinaison de tébuconazole (0,23 kg / ha) et de chlorothalonil (0,84 kg / ha) (Muscle® ADV, Sipcam Agro USA, Inc.) pulvérisée 45, 60 et 75 jours après la plantation, respectivement. Un pulvérisateur à dos à pompe manuelle étalonné à 188 litres par hectare a été utilisé pour effectuer des applications de fongicides dans tous les essais.

Les parcelles avaient une largeur de 1,2 m et une longueur allant de 3,04 m à 4,6 m. Chaque parcelle était composée de deux rangées d'arachides et a été plantée à la main à raison de 10 ou 20 graines / m. Il y a eu une allée de 1,5 m entre chaque bloc et il n'y avait pas de ligne de bordure entre les sous-parcelles. D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données :** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. La sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été remis à sa place. Les gousses ont été placées dans de grands sacs en filet verts (Cady Bag Company, Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après le séchage, les sacs ont été pesés,

et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été prélevé pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux ont été ajustés selon le taux d'humidité des gousses, c'est-à-dire 10%.

**Analyse statistique** : Dans le cadre de ce rapport, les moyennes et les erreurs types de la sévérité finale des taches foliaires et de la rouille et du rendement ont été calculées pour tous les essais à l'aide de PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). Une analyse de la variance plus approfondie sera présentée dans une prochaine publication dans le journal académique « Peanut Science ».

**Conclusion** : Bien que la variété 309 Tan ait montré une excellente résistance aux maladies foliaires, elle n'a pas réagi comme prévu avec un rendement accru et, alors que d'autres variétés ont présenté un potentiel d'augmentation de rendement par rapport à la Valencia haïtienne locale, elle n'était pas assez importante pour justifier un investissement dans l'introduction de semences à grande échelle. Jusqu'à ce qu'une variété plus performante soit trouvée, les agriculteurs intéressés par la culture des types Valencia devraient continuer avec la Valencia haïtienne locale, qui s'est relativement bien comportée et est largement disponible.



Figure 2.2.a. Exemple d'une conception expérimentale à la MFK pour les essais de Valencia de NMSU.



Figure 2.2.c. 309 Red : fongicide (à gauche de la ligne bleue) vs parcelles non traitées (à droite de la ligne bleue). Les photos provenaient de l'essai 2 et avaient été prises le 21 juin 2016.



Figure 2.2.d. 309 Tan : fongicide (à gauche de la ligne bleue) vs parcelles non traitées (à droite de la ligne bleue). Les photos provenaient de l'essai 2 et avaient été prises le 21 juin 2016.

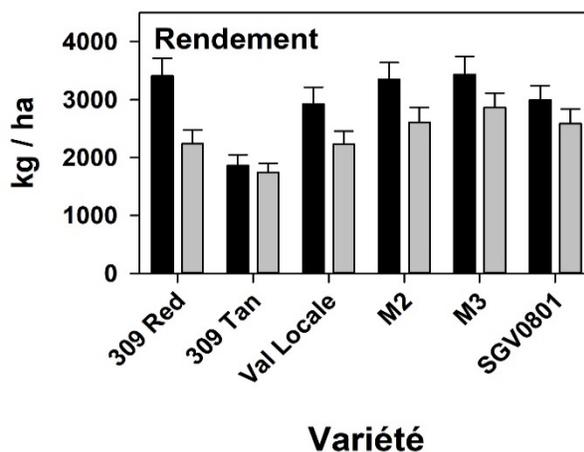
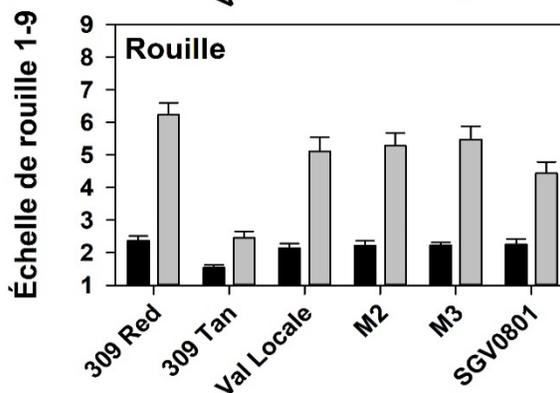
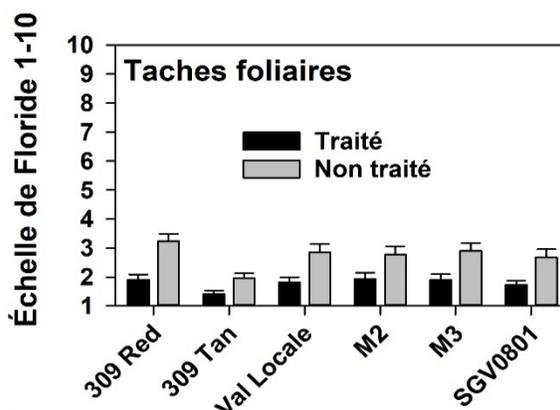


Figure 2.2.b. Les moyennes de la sévérité finale des taches foliaires finale et de la rouille et du rendement en gousses ont été regroupées à travers tous les essais. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne.

## Chapitre 2.3 Essais des variétés des semences ACI 2016

**Objectif** : Evaluer les performances des lignées de sélection à maturation courte et à haute teneur en acide oléique, développées par le Dr. Kim Moore à Tifton, en Géorgie, aux États-Unis par l'intermédiaire de l'ACI Seeds pour une utilisation éventuelle en Haïti, en les comparant aux normes connues.

**Conception expérimentale** : Des essais sur le terrain ont été menés à deux endroits en Haïti : à la MFK et la ferme de recherche de l'Acceso dans le Plateau central. À l'origine, tous les essais avaient une conception de blocs complets aléatoires comportant quatre à six répétitions. Cependant, les expériences ont été modifiées à une conception en parcelles divisées afin de permettre une comparaison des performances variétales avec et sans fongicide. En tant que tel, le traitement de la parcelle principale était le fongicide (avec ou sans deux applications commençant 60 jours après le semis) et le traitement de la sous-parcelle était la variété d'arachide. Il en a résulté donc trois répétitions à la MFK et deux répétitions dans le Plateau central.

**Tableau 2.3.a.** Lignées de sélection d'ACI Seeds et variétés supplémentaires évaluées dans le cadre de ces études.

| Variété         | Description                          | Type de marché |
|-----------------|--------------------------------------|----------------|
| WT 11-1120      | ACI Seeds                            | Runner         |
| N 11-0087       | ACI Seeds                            | Runner         |
| N 11-0029       | ACI Seeds                            | Runner         |
| M 15-1085       | ACI Seeds                            | Runner         |
| M 15-0069       | ACI Seeds                            | Runner         |
| 309 Red         | Université d'État de Nouveau Mexique | Valencia       |
| 308 Red         | Université d'État de Nouveau Mexique | Valencia       |
| 308 Tan         | Université d'État de Nouveau Mexique | Valencia       |
| Valencia locale | Cultivar traditionnel haïtien        | Valencia       |
| Runner local    | Cultivar traditionnel haïtien        | Runner         |
| Georgia-06G     | Université de Géorgie                | Runner         |

À la MFK, les parcelles ont été plantées le 25 mai 2016 et récoltées le 24 août (types Valencia) et le 27 septembre 2017 (types runner). À la ferme de l'Acceso dans le Plateau central, des parcelles ont été plantées le 12 mai 2016 et récoltées le 11 août (types Valencia) et le 6 septembre 2017 (types runner). Pour tous les essais, les arachides ont été plantées à un taux de dix graines / m dans des parcelles à une rangée mesurant 0,6 m de large et 3,0 m de long. Chaque bloc était séparé par une allée de 1,5 m.

D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les champs ont été fertilisés avec 50 kg / ha d'engrais 20-20-10 et les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à un taux de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines, pulvérisées tous les 15 jours (à compter de 30 jours après la plantation) avec un fongicide (Muscle® ADV, Sipcam Agro USA, Inc.) et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données** : Deux à trois semaines après la plantation, un taux de levée a été effectué pour chaque parcelle. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. La sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol. Ensuite, le sol de chaque

parcelle a été remis à sa place. Les gousses ont été placées dans de grands sacs en filet verts (Cady Bag Company, Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après le séchage, les sacs ont été pesés, et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été prélevé pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux ont été ajustés selon le taux d'humidité des gousses, c'est-à-dire 10%. Une évaluation post-récolte a été réalisée avec le même échantillon de 100 gousses pour évaluer le pourcentage de graines saines et mures (% de SMK). Le pourcentage de SMK a été calculé en divisant le poids des graines saines et mures par le poids total de l'échantillon non décortiqué.

**Analyse statistique :** Le taux de levée, la sévérité des taches foliaires et de la rouille, et le rendement ont été soumis à une analyse de variance avec PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). Chaque essai a été analysé séparément et le modèle pour chaque essai était une conception en parcelles divisées avec les traitements de fongicide et de variété considérés comme des effets fixes, avec les réplifications et le terme interaction « réplification × fongicide » considérés comme des effets aléatoires. Dans toutes les analyses, l'option Kenward-Roger a été utilisée pour ajuster les degrés de liberté et les différences entre les moyennes des moindres carrés ont été vérifiées par le test de comparaisons multiples de Tukey. Lorsque les données violaient les hypothèses de normalité, des transformations étaient utilisées.

## Résultats :

**Tableau 2.3.b.** Valeurs P pour les effets fixes de l'analyse de la variance

| Lieu | Effet fixe          | Taches foliaires | Rouille | Taux de levée <sup>z</sup> | Rendement |
|------|---------------------|------------------|---------|----------------------------|-----------|
|      |                     | P-value          | P-value | P-value                    | P-value   |
| CP   | Fongicide           | 0,2522           | 0,4729  | 0,8162                     | 0,2347    |
| CP   | Variété             | 0,0089           | 0,2313  | <0,0001                    | <0,0001   |
| CP   | Fongicide × Variété | 0,5694           | 0,4346  | 0,6585                     | 0,3375    |
| MFK  | Fongicide           | <0,0001          | 0,0019  | 0,2231                     | 0,0356    |
| MFK  | Variété             | <0,0001          | 0,0001  | <0,0001                    | 0,0014    |
| MFK  | Fongicide × Variété | <0,0001          | <0,0001 | 0,3651                     | 0,1981    |

<sup>z</sup> Le nombre de plantes apparues environ 3 semaines après la plantation, divisé par le nombre de graines plantées.

**Tableau 2.3.c.** Effet de la variété sur le taux de levée et le rendement à deux endroits en Haïti.

| Variété        | Plateau central            |                 |                     |    | MFK                        |     |                     |     |
|----------------|----------------------------|-----------------|---------------------|----|----------------------------|-----|---------------------|-----|
|                | Taux de levée <sup>y</sup> |                 | Rendement (kg / ha) |    | Taux de levée <sup>y</sup> |     | Rendement (kg / ha) |     |
| 308 Red        | 73                         | Ab <sup>z</sup> | 2029                | ab | 97                         | ab  | 3526                | abc |
| 309 Red        | 43                         | Bc              | 1642                | ab | 85                         | abc | 3678                | abc |
| 309 Tan        | 75                         | Ab              | 1253                | b  | 98                         | a   | 2258                | abc |
| Georgia-06G    | 64                         | Ab              | 2789                | a  | 74                         | c   | 4391                | a   |
| Local runner   | 50                         | Ab              | 1440                | ab | 38                         | e   | 3700                | abc |
| Local Valencia | 73                         | Ab              | 1799                | ab | 83                         | abc | 3606                | abc |
| M150069        | 49                         | Ab              | 1810                | ab | 79                         | bc  | 1866                | c   |
| M151085        | 78                         | A               | 1505                | ab | 88                         | abc | 4126                | ab  |
| N110029        | 69                         | Ab              | 2109                | ab | 85                         | abc | 2735                | abc |
| N110087        | 68                         | Ab              | 1609                | ab | 90                         | abc | 2474                | abc |
| WT11_112       | 23                         | C               | 350                 | c  | 52                         | d   | 2021                | bc  |

<sup>y</sup> Le nombre de plantes apparues environ 3 semaines après la plantation, divisé par le nombre de graines plantées.

<sup>z</sup> Les moyennes dans la même colonne avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de différence significatif honnête de Tukey.

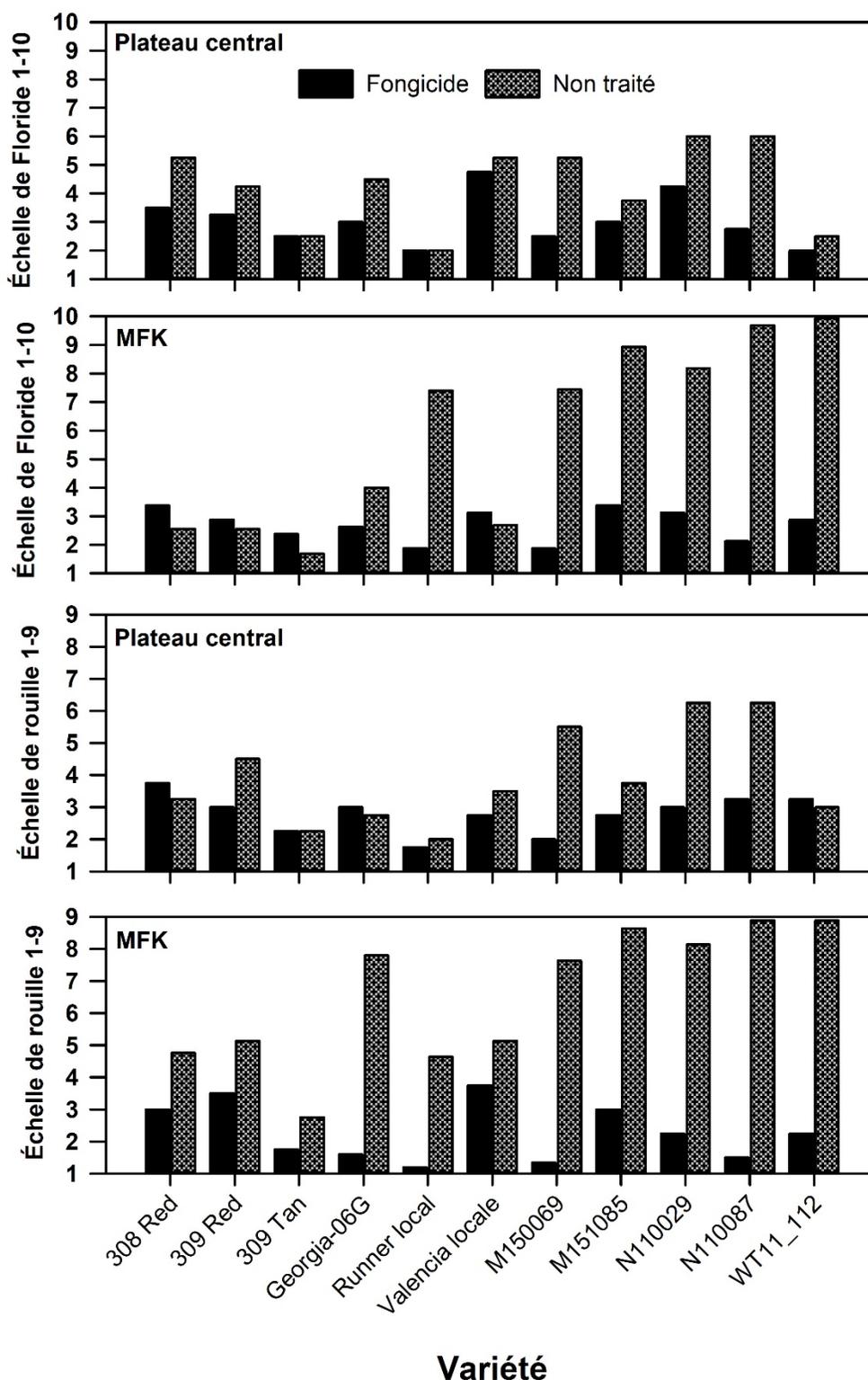


Figure 2.3.a. Sévérité finale des taches foliaires et de la rouille pour chaque variété dans les parcelles traitées et non traitées à deux endroits en Haïti.

**Conclusion :** Les données ne suggèrent pas qu’il serait utile de poursuivre l’introduction à grande échelle de ces variétés. Les données confirment la précédente conclusion selon laquelle la Valencia haïtienne locale, le runner haïtien local et la Georgia 06-G ont maintenu des rendements respectables. Les données suggèrent également que des plantations à une densité plus élevée (20 graines / m) avec le Valencia local pourraient être recommandées dans le Nord et le Plateau central.

## Chapitre 2.4 Essais des variétés ICRISAT 2017

**Objectif :** Évaluer les performances des lignées de sélection avancées développées par l'ICRISAT (Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides).

**Conception expérimentale :** Un essai a été mené à MFK dans une conception en bloc aléatoire complet avec deux répétitions.

**Tableau 2.4.a.** Les variétés évaluées étaient les suivantes :

| Traitement      | Trait                    | Type botanique | Disposition des branches | Couleur des semences |
|-----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|
| ICGV 00338      | Courte durée             | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 02038      | Courte durée             | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 06237      | Courte durée             | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 07210      | Courte durée             | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 07235      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 07286      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 07390      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 07396      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 06138      | Résistant aux maladies   | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| ICGV 06175      | Résistant aux maladies   | Virginia       | Alternée                 | Brun clair           |
| ICGV 06176      | Résistant aux maladies   | Virginia       | Alternée                 | Brun clair           |
| ICGV 07120      | Résistant aux maladies   | Spanish        | Séquentielle             | Brun clair           |
| Valencia locale | -                        | Valencia       | -                        | Brun clair           |
| Runner local    | -                        | Runner         | -                        | Brun clair           |
| Georgia-06G     | -                        | Runner         | -                        | Brun clair           |

À la MFK, les parcelles ont été plantées le 6 avril 2017 et récoltées le 5 juillet (types Valencia et espagnol) et le 4 août 2017 (types Virginia et runner). Cependant, il convient de noter que la maturité n'a pas été évaluée avant la récolte. Les arachides ont été plantées à un taux de 10 graines / m dans des parcelles à une rangée mesurant 0,3 m de large et 4,5 m de long. Chaque bloc était séparé par une allée de 1,5 m.

D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les champs ont été fertilisés avec 50 kg / ha d'engrais 20-20-10 et les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfenoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines, pulvérisées tous les 15 jours (à compter de 30 jours après la plantation) et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données :** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. La sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été remis à sa place. Les gousses ont été placées dans de grands sacs en filet verts (Cady Bag Company,

Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après le séchage, les sacs ont été pesés, et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été prélevé pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux ont été ajustés selon le taux d'humidité des gousses, c'est-à-dire 10%.

**Analyse statistique** : Dans le cadre de ce rapport, les moyennes et les erreurs types de la sévérité finale des taches foliaires et de la rouille et du rendement ont été calculées pour tous les essais à l'aide de PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). Dans toutes les analyses, l'option Kenward-Roger a été utilisée pour ajuster les degrés de liberté et les différences entre les moyennes des moindres carrés ont été vérifiées par le test de comparaisons multiples de Tukey. Lorsque les données violaient les hypothèses de normalité, des transformations étaient utilisées.

## Résultats :

Tableau 2.4.b. Effet de la variété sur le taux de levée, les taches foliaires, la rouille et le rendement.

| Trt                            | Traitement      | Trait                    | Type botanique | Taux de levée |     | Taches foliaires |   | Rouille |   | kg / ha |    |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------|---------------|-----|------------------|---|---------|---|---------|----|
|                                |                 |                          |                |               |     |                  |   |         |   |         |    |
| 1                              | ICGV 00338      | Courte durée             | Spanish        | 100,0         | a   | 1,0              | A | 1,25    | a | 2211,0  | ab |
| 2                              | ICGV 02038      | Courte durée             | Spanish        | 100,0         | a   | 1,0              | A | 1,00    | a | 2182,1  | ab |
| 3                              | ICGV 06237      | Courte durée             | Spanish        | 100,0         | a   | 1,0              | A | 1,25    | a | 1309,2  | b  |
| 4                              | ICGV 07210      | Courte durée             | Spanish        | 100,0         | a   | 1,0              | A | 1,00    | a | 1789,6  | ab |
| 5                              | ICGV 07235      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | 65,0          | c   | 1,0              | a | 1,00    | a | 2442,7  | ab |
| 6                              | ICGV 07286      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | 86,0          | ab  | 1,0              | a | 1,00    | a | 2584,0  | ab |
| 7                              | ICGV 07390      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | 79,0          | abc | 1,0              | a | 1,00    | a | 3042,8  | ab |
| 8                              | ICGV 07396      | Tolérant à la sécheresse | Spanish        | 92,0          | ab  | 1,0              | a | 1,00    | a | 2433,3  | ab |
| 9                              | ICGV 06138      | Résistante aux maladies  | Spanish        | 96,0          | a   | 1,0              | a | 1,00    | a | 2311,0  | ab |
| 10                             | ICGV 06175      | Résistante aux maladies  | Virginia       | 88,0          | ab  | 1,0              | a | 1,00    | a | 3532,2  | a  |
| 11                             | ICGV 06176      | Résistante aux maladies  | Virginia       | 95,0          | a   | 1,0              | a | 1,00    | a | 2880,6  | ab |
| 12                             | ICGV 07120      | Résistante aux maladies  | Spanish        | 92,0          | ab  | 1,0              | a | 1,00    | a | 3008,2  | ab |
| 13                             | Valencia locale |                          | Valencia       | 99,0          | a   | 1,0              | a | 1,00    | a | 1869,9  | ab |
| 14                             | Runner local    |                          | Runner         | 62,0          | c   | 1,0              | a | 1,00    | a | 1200,1  | b  |
| 15                             | Georgia-06G     |                          | Runner         | 73,0          | bc  | 1,0              | a | 1,00    | a | 2925,8  | ab |
| DMC P=,05                      |                 |                          |                | 13,16         |     | 0,00             |   | 0,267   |   | 1179,14 |    |
| Écart-type CV                  |                 |                          |                | 6,13          |     | 0,00             |   | 0,124   |   | 549,72  |    |
| Réplication F                  |                 |                          |                | 6,93          |     | 0,0              |   | 12,04   |   | 23,08   |    |
| Probabilité de réplication (F) |                 |                          |                | 2,215         |     | 0,000            |   | 2,154   |   | 5,097   |    |
| Traitement F                   |                 |                          |                | 0,1588        |     | 1,0000           |   | 0,1643  |   | 0,0405  |    |
| Probabilité de traitement (F)  |                 |                          |                | 8,938         |     | 0,000            |   | 1,000   |   | 2,826   |    |
|                                |                 |                          |                | 0,0001        |     | 1,0000           |   | 0,5000  |   | 0,0308  |    |



Figure 2.4.a. Parcelles de variétés ICRISAT dans un champ à la MFK, prises le 5 juin 2017.

**Conclusion :** Cet essai avait deux objectifs : 1) évaluer le potentiel de ces lignées avancées du programme de sélection ICRISAT en Inde et 2) multiplier les semences pour de futurs essais multisites, ce qui explique pourquoi fongicides et irrigation ont été utilisés pour assurer un rendement maximal. Ces données initiales suggèrent que ces lignes sont prometteuses et devraient être évaluées dans des situations de stress sur le terrain dans plusieurs endroits

## Chapitre 2.5 Dépistage des lignées de sélection Tillman 2016-2017

**Objectif :** Évaluer la performance des lignées de sélection avancées développées par Barry Tillman pour la résistance aux maladies foliaires en Haïti.

**Conception Expérimentale :** Au printemps 2016, 45 lignées de sélection ont été comparées aux variétés locales haïtiennes et à la principale variété de runner cultivée dans le sud-est des États-Unis, le Georgia-06G. À l'automne 2016, les lignées les plus performantes ont été sélectionnées pour un dépistage plus approfondi et comparées aux mêmes variétés standard connues que celles utilisées lors du premier essai. Les deux essais ont été organisés en blocs complets aléatoires. Dans le premier essai, il y a eu deux répétitions et dans le deuxième essai, il y en a eu trois.

Le premier essai a été planté le 23 mars 2016 et récolté le 20 juillet. Le deuxième essai a été planté le 10 octobre 2016 et récolté le 7 février 2017. Dans le premier essai, les arachides ont été plantées à un taux de 25 semences / ligne dans des parcelles comprenant une seule rangée mesurant 0,6 m de large et 2,4 m de long (~ 10 semences / m). Dans le deuxième essai, les arachides ont été plantées à un taux de 10 graines / m dans des parcelles comprenant une seule rangée mesurant 0,6 m de large et 4,5 m de long. Dans les deux essais, chaque bloc était séparé par une allée de 1,5 m.

D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les champs ont été fertilisés avec 50 kg / ha d'engrais 20-20-10 et les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfenoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles n'ont pas été pulvérisées avec des fongicides, mais elles ont été désherbées toutes les deux semaines et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données :** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. Pour le premier essai, la sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III). Dans le deuxième essai, cinq feuilles par parcelle ont été échantillonnées et le nombre de lésions de la tache foliaire ont été comptés. La sévérité de la rouille par feuillet a été estimée sur une échelle de 0 à 100%. Les parcelles ont été échantillonnées à 60, 75, 90, 105 et 120 JAS. Pour le nombre de lésions localisées sur les feuilles et le pourcentage de rouille sur le feuillet, les valeurs AUDPC (Aire sous la courbe de progression des maladies) ont été calculées et normalisées (stAUDPC) en divisant les valeurs AUDPC par le nombre de jours entre la première évaluation et la dernière.

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été filtré à la main pour récupérer les gousses restantes laissées dans le sol. Les gousses ont été placées dans de grands sacs verts en maille (Cady Bag Company, LLC. Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte afin d'éliminer toute trace de terre, puis placées sur une grande dalle de béton pour sécher au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après séchage, les sacs ont été pesés.

**Analyse statistique :** Les moyennes ont été calculées pour le taux de levée final, la sévérité finale des taches foliaires et de la rouille, et le rendement, et ont été soumises à une analyse de variance avec PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis).

## Résultats :



Figure 2.5.a. Parcelles du premier essai à la MFK le 1er juin 2016.



Figure 2.5.b. Parcelles du premier essai à la MFK le 21 juin 2016.

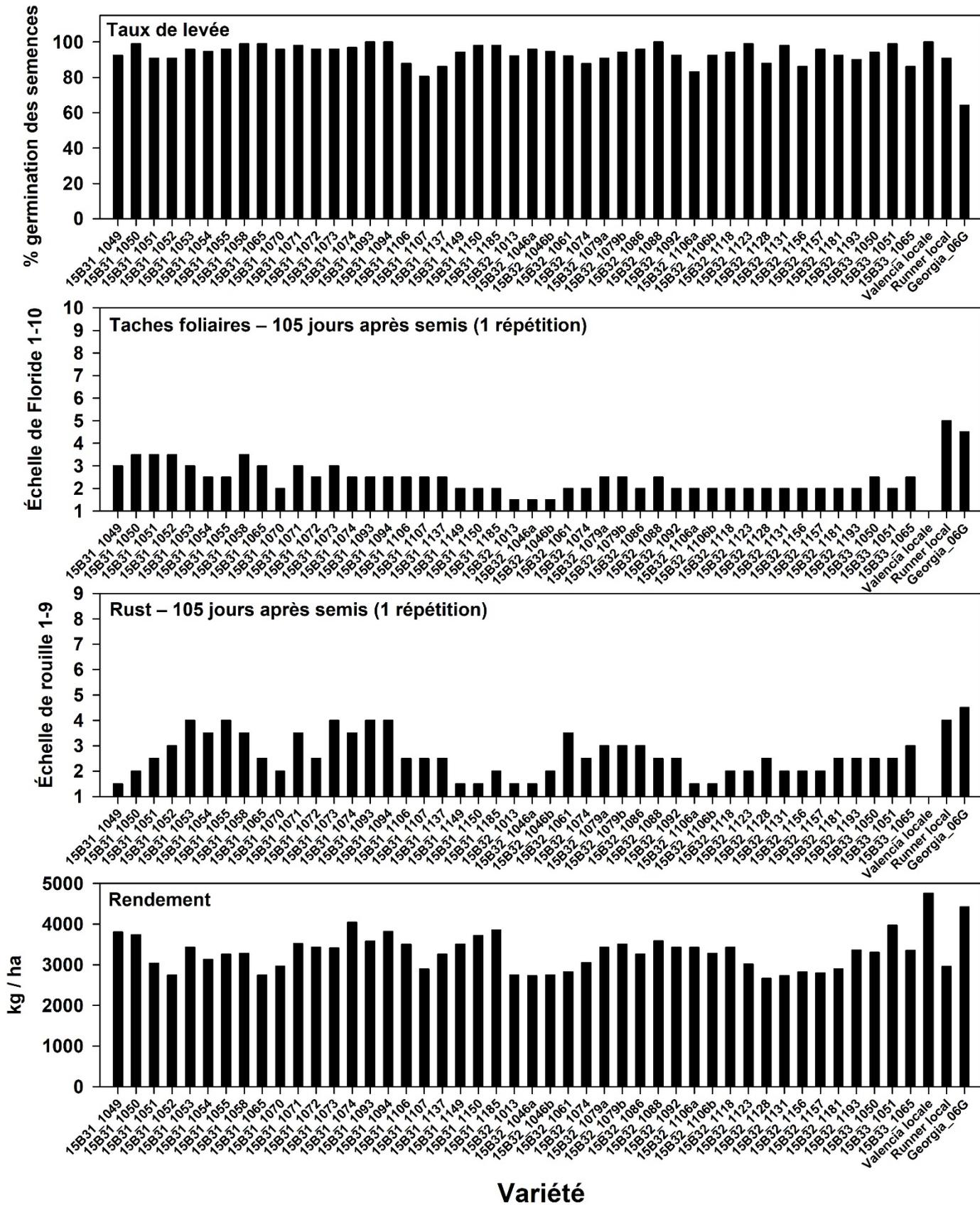


Figure 2.5.c. Essai 1 : Dépistage de la lignée de sélection des variétés Tillman conduite à la MFK au printemps / été de 2016. Germination des graines = taux de levée (nombre de plantes apparues environ 3 semaines après la plantation, divisé par le nombre de graines plantées)

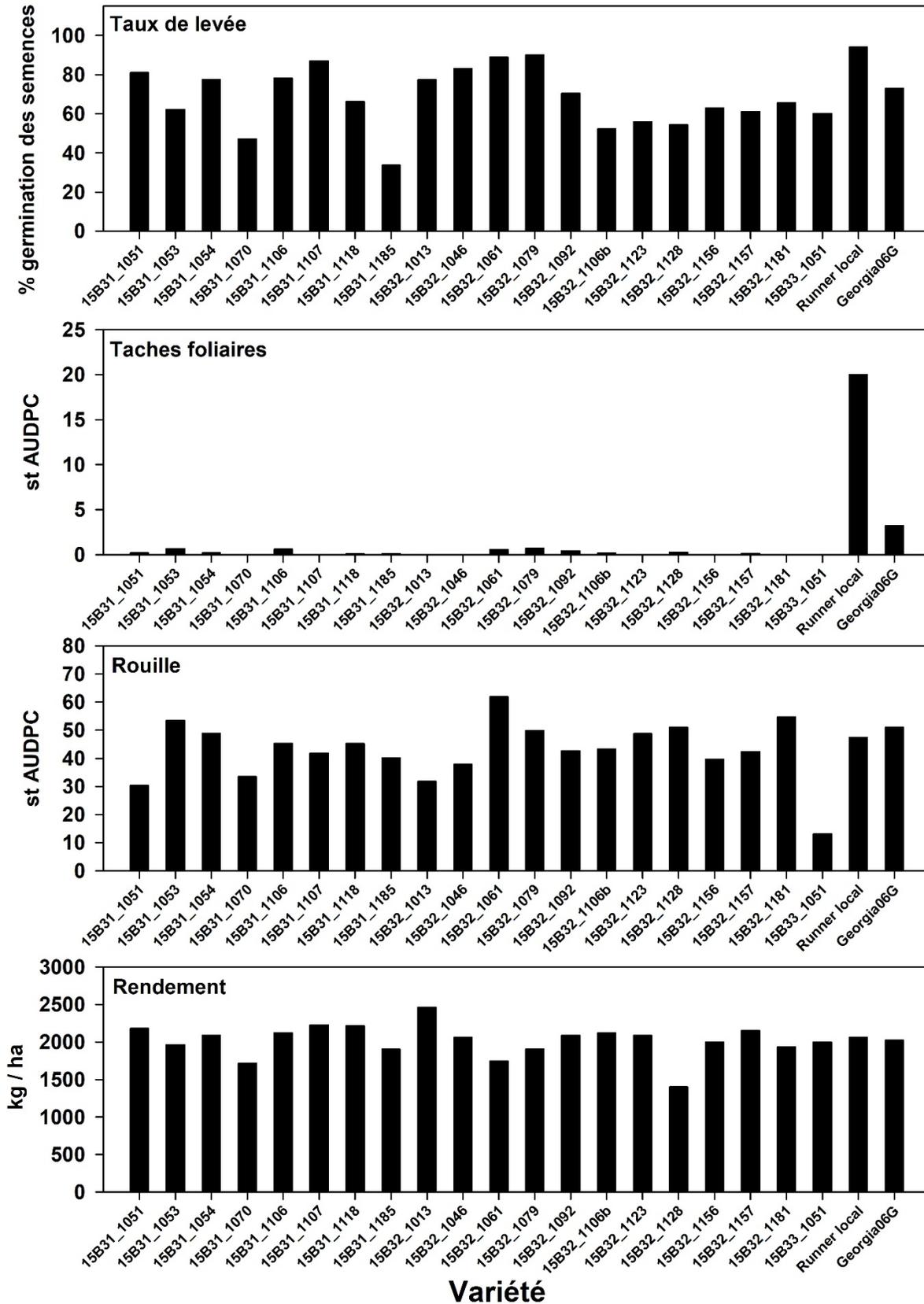


Figure 2.5.d. Essai 2 : Dépistage des lignées de production Tillman à la MFK au cours de l'automne / hiver 2016/2017.

**Conclusion :** Certaines de ces variétés sont prometteuses et devraient être multipliées et évaluées à plusieurs endroits.

# Chapitre 3.1 Essais d'interaction inoculant-engrais

**Objectif :** Déterminer si la nodulation des rhizobia, les engrais ou une combinaison des deux facteurs sont des facteurs limitant le rendement de la production d'arachides à deux endroits différents en Haïti.

**Conception expérimentale :** Deux essais d'inoculant / d'engrais ont été réalisés au printemps 2015. L'un d'entre eux a eu lieu à l'usine Meds & Food for Kids dans la commune de Quartier Morin, en Haïti, et l'autre à la ferme de recherche de l'Acceso dans le Plateau central. Les deux essais ont été organisés selon un schéma en parcelles divisées en quatre répétitions.

La présence ou l'absence de Bradyrhizobia liquide (inoculant liquide Optimize® pour l'arachide ; Novozymes, Inc., Bagsvaerd, Danemark) était la principale parcelle de traitement, et le type d'engrais granulaire était la sous-parcelle. À la MFK, il y avait quatre traitements de sous-parcelle - phosphate de diammonium (DAP) à un débit élevé (67,2 kg / ha), DAP à faible débit (22,4 kg ha-1), phosphate de monoammonium (MAP) à un débit élevé (67,2 kg / ha) et une parcelle témoin non traitée.

Avant la plantation, les champs ont été labourés à l'aide d'une charrue à disques deux ou trois fois et / ou labourés avec un motoculteur dans les deux jours précédant la plantation. La veille de la plantation, les différents traitements d'engrais granulaires ont été appliqués (de manière uniforme) et incorporés au sol à l'aide d'un motoculteur deux fois aux doses mentionnées ci-dessus dans les parcelles respectives. L'inoculant liquide a été appliqué à l'intérieur des sillons avec un pulvérisateur à dos à pompage manuel à une vitesse de 9,7 ml / 100 m de ligne.

La durée des saisons de plantation, respectivement, pour la MFK et l'Acceso depuis la plantation jusqu'à la récolte étaient les suivantes : du 26 mars 2015 au 1er juillet 2015 et du 29 avril 2015 au 30 juillet 2015. Pour tous les essais, le New Mexico Valencia A a été planté à un taux de 10 semences / m sur deux rangées espacées de 0,762 m dans des parcelles de 1,5 m de large et 3,04 m de long. Les blocs ont été séparés par une allée de 1,5 m. D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines, pulvérisées tous les 15 jours (à compter de 30 jours après la plantation) avec un fongicide (Muscle® ADV, Sipcam Agro USA, Inc.) et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données :** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. La sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol et en retirant toutes les gousses attachées de la plante. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été filtré à la main pour récupérer les gousses restantes dans le sol. Les gousses ont été placées dans de grands sacs verts en maille (Cady Bag Company, LLC. Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte afin d'éliminer toute trace de terre, puis placées sur une grande dalle de béton pour sécher au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après séchage, les sacs ont été pesés et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été décortiqué pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux (kg / ha) ont été ajustés à 10% d'humidité des gousses. Un test post-récolte a été réalisé avec le même échantillon de 100 gousses pour évaluer le pourcentage de graines saines et mures (% SMK). Le pourcentage de SMK a été calculé en divisant le poids des graines saines et mures par le poids total de l'échantillon non décortiqué.

**Analyse statistique :** Les moyennes ont été calculées pour le taux de levée final, le rendement et le pourcentage SMK et ont été soumises à une analyse de variance avec PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). Chaque essai a été analysé séparément et le modèle pour chaque essai était une conception en parcelles divisées avec inoculant et engrais considérés comme des effets fixes, et avec réplication et le terme d'interaction « réplication × inoculant » comme effets aléatoires. Dans toutes les analyses, l'option Kenward-Roger a été utilisée pour ajuster les degrés de liberté et les différences entre les moyennes des moindres carrés ont été vérifiées par le test de comparaisons multiples de Tukey.

**Tableau 3.1.a.** Analyse de variance double pour le taux de levée, le rendement et le % SMK aux deux sites de recherche en Haïti.

| Lieu | Effet fixe          | Taux de levée |          | Rendement (kg / ha) |          | %SMK     |          |
|------|---------------------|---------------|----------|---------------------|----------|----------|----------|
|      |                     | Valeur-F      | Valeur-P | Valeur-F            | Valeur-P | Valeur-F | Valeur-P |
| CP   | Fongicide           | 3,05          | 0,1013   | 0,15                | 0,7279   | -        | -        |
| CP   | Variété             | 1,13          | 0,3482   | 0,72                | 0,5088   | -        | -        |
| CP   | Fongicide × Variété | 0,01          | 0,9923   | 0,48                | 0,6326   | -        | -        |
| MFK  | Fongicide           | 4,08          | 0,0899   | 0,01                | 0,932    | 0,97     | 0,3689   |
| MFK  | Variété             | 0,91          | 0,4546   | 1,47                | 0,2618   | 0,59     | 0,6304   |
| MFK  | Fongicide × Variété | 0,24          | 0,8666   | 1,14                | 0,3641   | 0,99     | 0,4226   |

**Tableau 3.1.b.** Effet de l'inoculant et de l'engrais sur le taux de levée, le rendement et le %SMK aux deux sites de recherche en Haïti.

| Location | Effet fixe | Traitement  | Taux de levée | Yield (Kg / Ha) | %SMK |   |      |   |
|----------|------------|-------------|---------------|-----------------|------|---|------|---|
| CP       | Inoculant  | Inoculé     | 71,9          | a <sup>z</sup>  | 532  | a | -    |   |
|          |            | Non-inoculé | 67,4          | a               | 509  | a | -    |   |
|          | Engrais    | DAP élevé   | 67,1          | a               | 511  | a | -    |   |
|          |            | DAP bas     | 71,8          | a               | 554  | a | -    |   |
|          |            | Témoin      | 70,0          | a               | 497  | a | -    |   |
| MFK      | Inoculant  | Inoculé     | 89,0          | a               | 3456 | a | 79,2 | a |
|          |            | Non-inoculé | 95,4          | a               | 3430 | a | 84,8 | a |
|          | Engrais    | DAP élevé   | 91,0          | a               | 3337 | a | 86,7 | a |
|          |            | MAP élevé   | 93,9          | a               | 3450 | a | 78,0 | a |
|          |            | DAP bas     | 94,3          | a               | 3578 | a | 81,7 | a |
|          |            | Témoin      | 90,6          | a               | 3411 | a | 81,8 | a |

<sup>z</sup> Les moyennes dans la même colonne avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de différence significatif honnête de Tukey.

**Conclusion :** Les données suggèrent que la culture ne répond ni à l'inoculation ni à l'engrais phosphoré. Il se peut qu'un inoculum adéquat de Bradyrhizobia soit présent dans le sol, comme en témoigne le niveau de nodulation sur les parcelles non traitées. Toutefois, cela peut ou peut ne pas être vrai pour les zones dans lesquelles la culture de l'arachide n'a pas été pratiquée récemment et qui pourraient nécessiter des recherches futures.



Racines d'arachide avec nodules contenant la bactérie Rhizobium provenant de parcelles à la MFK non traitées à l'inoculant.

## Chapitre 3.2 Essais d'interaction d'engrais foliaire et granulaire

**Objectif :** Déterminer si des applications d'engrais foliaire en micronutriments, de divers taux d'application d'engrais granulaires, y compris des engrais granulaires à haute teneur en azote, ou une combinaison de ces deux intrants peuvent augmenter le rendement des gousses dans les sols à pH élevé en Haïti.

**Conception expérimentale :** Deux essais de fertilité des sols ont été réalisés au printemps et à l'été 2017 à l'usine de la Meds & Food for Kids de la commune de Quartier Morin, en Haïti. Les deux essais ont été organisés selon un schéma en parcelles divisées en quatre répétitions. La présence ou l'absence d'engrais foliaire était le traitement de la parcelle principale, et le type d'engrais granulaire était le traitement de la parcelle secondaire. Les dates respectives des semis à la récolte pour chaque essai étaient les suivantes : du 3 mars 2017 au 1er juin 2017 ; 11 avril 2017 au 10 juillet 2017. Pour tous les essais, la Valencia haïtienne locale a été plantée dans des parcelles de 1,2 m de large et de 4,6 m de long ; les rangées étaient espacées de 0,6 m et une ligne non traitée a été plantée entre chaque parcelle de traitement. Les blocs ont été séparés par une allée de 1,5 m.

Pour la parcelle principale, l'engrais Nurish® (FERSAN, Saint-Domingue, République dominicaine) a été appliqué une fois sur toutes les parcelles traitées lors du premier essai ; l'engrais concentré a été dilué dans de l'eau à une concentration de 1951 ppm. L'engrais biologique, liquide et soluble dans l'eau avec une teneur en bore élémentaire de 20,5%, Solubor® (Rio Tinto, Inc., Londres, Royaume-Uni) a également été appliqué une fois aux deux essais à un débit de 2,4 kg / ha, de manière à fournir 0,6 kg / ha de bore élémentaire aux plantes. La sous-parcelle consistait en quatre traitements ; à savoir 112,1 kg / ha d'engrais 20-20-10 N-P-K, 44,8 kg / ha de phosphate de diammonium (DAP), 112,1 kg / ha d'urée et une parcelle témoin non traitée.

**Tableau 3.2.a.** Ingrédients contenus dans l'engrais foliaire Nurish®.

|   |        |           |          |
|---|--------|-----------|----------|
| Azote total (soluble)                   | 20%    | Fer       | 1500 ppm |
| NO <sub>3</sub>                         | 5,94%  | Zinc      | 750 ppm  |
| NH <sub>4</sub>                         | 3,91%  | Manganèse | 750 ppm  |
| Azote biologique soluble dans l'eau     | 10,15% | Cuivre    | 750 ppm  |
| Phosphore P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 20%    | Bore      | 300 ppm  |
| Potassium K <sub>2</sub> O              | 20%    | Molybdène | 105 ppm  |

Les divers traitements d'engrais granulaires ont été appliqués aux taux mentionnés ci-dessus aux traitements respectifs 28 et 23 jours après le semis pour le premier et le deuxième essai, respectivement. Tous les engrais granulaires ont été appliqués selon la méthode du dressage latéral en traçant une ligne parallèle à chaque ligne de traitement à environ 6 cm de la ligne et en étalant l'engrais le long de cette ligne à la main ; après l'épandage de l'engrais, il était recouvert d'une fine couche de terre. L'engrais foliaire en micronutriments Nurish® a été appliqué lors du premier essai 45 jours après le semis à l'aide d'un pulvérisateur d'un gallon à pompe manuel, et n'a pas été appliqué lors du deuxième essai. Ceci est dû au fait que l'équipe de recherche avait déjà obtenu un engrais foliaire au bore au moment du semis du deuxième essai et que le bore était considéré comme le micronutriment le plus limitant pour la culture de l'arachide dans la région et par conséquent, le plus susceptible d'avoir un effet positif sur la croissance. À cet effet, l'engrais à base de bore foliaire Solubor® a été appliqué 61 et 43 jours après le semis, respectivement aux premiers et deuxièmes essais ; le même pulvérisateur d'un gallon à pompe manuel qui a été utilisé pour appliquer l'engrais Nurish® a également été utilisé pour appliquer l'engrais Solubor®. Les deux engrais foliaires ont été appliqués à la totalité des rangées constituant les parcelles de traitement.

D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines, pulvérisées tous les 15 jours (à compter de 30 jours après la plantation)

avec un fongicide (Muscle® ADV, Sipcam Agro USA, Inc.) et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données:** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle ; le taux de levée moyen dans toutes les parcelles était de 71,4% pour l'essai de fertilité du sol n ° 1 et de 91,8% pour l'essai de fertilité du sol n °. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. La sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (Annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol et en retirant toutes les gousses attachées de la plante. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été filtré à la main pour récupérer les gousses restantes dans le sol. Les gousses ont été placées dans de grands sacs verts en maille (Cady Bag Company, LLC. Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte afin d'éliminer toute trace de terre, puis placées sur une grande dalle de béton pour sécher au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après séchage, les sacs ont été pesés et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été décortiqué pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux (kg / ha) ont été ajustés à 10% d'humidité des gousses. Un test post-récolte a été réalisé avec le même échantillon de 100 gousses pour évaluer le pourcentage de graines saines et mures (% SMK). Le pourcentage de SMK a été calculé en divisant le poids des graines saines et mures par le poids total de l'échantillon non décortiqué.

**Analyse statistique:** Le rendement en gousses a été soumis à une analyse de variance avec PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). Chaque essai a été analysé séparément et le modèle pour chaque essai était une conception en parcelles divisées avec inoculant et engrais considérés comme des effets fixes, et avec réplication et le terme d'interaction « réplication × inoculant » comme effets aléatoires. Dans toutes les analyses, l'option Kenward-Roger a été utilisée pour ajuster les degrés de liberté et les différences entre les moyennes des moindres carrés ont été vérifiées par le test de comparaisons multiples de Tukey.

**Tableau 3.2.b.** Valeurs P issues de l'analyse de variance à trois composantes pour le taux de levée, le rendement et le % de SMK.

| Effet                              | Taux de levée <sup>z</sup> | Rendement (kg / ha) | %SMK   |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------|--------|
| Essai                              | 0,0056                     | 0,0067              | 0,0249 |
| Engrais                            | 0,9211                     | 0,932               | 0,0018 |
| Engrais × Essai                    | 0,6612                     | 0,5688              | 0,1052 |
| Engrais foliaire                   | 0,1381                     | 0,6065              | 0,1877 |
| Engrais foliaire × Essai           | 0,1705                     | 0,8087              | 0,4659 |
| Engrais × Engrais foliaire         | 0,7121                     | 0,4554              | 0,7346 |
| Engrais × Engrais foliaire × Essai | 0,1691                     | 0,8227              | 0,5202 |

Tableau 1\* Le nombre de plantes apparues environ 3 semaines après la plantation, divisé par le nombre de graines plantées



Fig. 3.2.a. Parcelles du premier essai à la MFK avant la récolte.

. **Tableau 3.2.c.** Effet de l'essai, de l'engrais granulaire et de l'engrais foliaire lors de deux essais sur le terrain conduits à MFK.

| Effet                     | Taux de levée <sup>y</sup> |                | Rendement (kg/ha) |                | %SMK |   |
|---------------------------|----------------------------|----------------|-------------------|----------------|------|---|
| <b>Trial</b>              |                            |                |                   |                |      |   |
| 1                         | 94,2                       | A <sup>z</sup> | 3326,3            | a <sup>z</sup> | 65,6 | A |
| 2                         | 70,7                       | B              | 2711,2            | b              | 60,2 | B |
| <b>Engrais granulaire</b> |                            |                |                   |                |      |   |
| 20-20-10_45,3 kg          | 85,2                       | A              | 3047,8            | a              | 64,3 | A |
| Urée_45,3 kg              | 84,5                       | A              | 3002,8            | a              | 63,9 | a |
| DAP_18,1 kg               | 84,0                       | A              | 2988,1            | a              | 63,2 | a |
| Non traité                | 83,3                       | A              | 2974,1            | a              | 60,2 | b |
| <b>Engrais foliaire</b>   |                            |                |                   |                |      |   |
| Traité                    | 85,7                       | A              | 3024,8            | a              | 63,4 | a |
| Non traité                | 82,7                       | A              | 2981,5            | a              | 62,4 | a |

<sup>y</sup>Le nombre de plantes apparues environ 3 semaines après la plantation, divisé par le nombre de graines plantées.

<sup>z</sup>Les moyennes dans la même colonne avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de différence significatif honnête de Tukey.

**Conclusion :** Ces données suggèrent que la culture ne répond pas de manière significative à la fertilisation foliaire en micronutriments ni aux applications d'engrais granulaire. Cependant, ces parcelles ont été achevées sur des terres qui ont déjà été fertilisées préalablement, et les plantes situées dans des zones où le sol est plus déficitaire peuvent réagir différemment.

## Chapitre 3.3 Essais d'acide fulvique 2016

**Objectif :** Déterminer l'effet de l'acide fulvique sur le rendement en gousses. L'hypothèse est que l'acide fulvique permettrait une plus grande disponibilité des éléments nutritifs dans les sols à pH élevé trouvés en Haïti.

**Conception expérimentale :** Les parcelles ont été disposées en blocs complets aléatoires avec quatre répétitions.

Les traitements ont été comme suit :

1. 55 kg/ha acide fulvique
2. 70 kg/ha acide fulvique
3. 70 kg/ha acide fulvique + 70 kg/ha 20-20-10
4. 120 kg/ha acide fulvique
5. Non traité

La Valencia haïtienne locale a été plantée dans des parcelles de 1,5 m de large et 3,04 m de long, avec trois rangées espacées de 0,4 avec un taux d'ensemencement de 10 graines / m. Chaque parcelle a été séparée par 1,2 m de zone tampon en jachère, et les blocs ont été séparés par une allée de 1,5 m. Les parcelles ont été plantées le 11 décembre 2015 et récoltées le 10 mars 2016. L'acide fulvique + l'engrais 20-20-10 ont été pesés avant et appliqués après le semis à une distance de 2 à 5 cm des semences. La profondeur des graines et de l'engrais était identique.

D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines, pulvérisées tous les 15 jours (à compter de 30 jours après la plantation) avec un fongicide (Muscle® ADV, Sipcam Agro USA, Inc.) et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

## Résultats :

Tableau 3.3.a. Effet du traitement d'acide fulvique sur le taux de levée et le rendement en gousses à la MFK.

| Trt.                       | Description du traitement                            | Taux de levée |   | Rendement |    |
|----------------------------|--|---------------|---|-----------|----|
| 1                          | Acide fulvique (Bas) 55 kg/ha                        | 0,89          | a | 2707.9    | a  |
| 2                          | Acide fulvique (Élevé) 70 kg/ha                      | 0,89          | a | 2205.1    | b  |
| 3                          | Acide fulvique (Elevé) 70 kg/ha + 20-20-10 (70kg/ha) | 0,89          | a | 2158.9    | b  |
| 4                          | Acide fulvique (Très élevé) 120 kg/ha                | 0,86          | a | 2214.3    | b  |
| 5                          | Non traité   | 0,91          | a | 2445.0    | ab |
| DSH de Tukey P=0,05        |  | 0.155948      |   | 436,37    |    |
| Écart-type de CV           |  | 0.069157      |   | 190,97    |    |
|                            |  | 7.76          |   | 8,14      |    |
| Réplication F Réplication  |  | 1.915         |   | 16,041    |    |
| Probabilité (F)            |  | 0.1811        |   | 0,0002    |    |
| Traitement F               |  | 0.235         |   | 5,839     |    |
| Traitement Probabilité (F) |  | 0.9131        |   | 0,0090    |    |



Fig. 3.3.a. Application d'un fongicide protecteur pulvérisé sur les parcelles de la MFK

**Conclusion :** Les données actuelles ne soutiennent pas l'utilisation d'acide fulvique comme intrant pour la production d'arachides en Haïti. Des recherches plus poussées pourraient porter sur différents produits, taux d'application ou lieux d'essai.

## Chapitre 4.1 Essais de densité de plantation

**Objectif** : L'objectif principal était de déterminer la meilleure densité de plantation pour optimiser le rendement des types d'arachides à port rampant et à port érigé. Un objectif secondaire était de déterminer l'effet de l'espacement des semences et l'écartement des rangées sur l'intensité des virus.

**Conception expérimentale** : Au total, cinq essais de densité de plantation ont été réalisés de 2015 à 2017.

Les deux premiers essais ont été réalisés à deux sites différents au cours de l'été 2015. Ces sites comprenaient le centre de recherche de la MFK et une parcelle appartenant à l'Université Roi Henri Christophe située à Trou-Du-Nord. Cependant, il convient de noter que les deux premiers essais étaient préliminaires et n'incluaient pas l'espacement entre les rangées de 12 pouces, ne comportaient pas de zone tampon entre les parcelles, n'étaient pas irrigués aussi abondamment et disposaient de moins d'enregistrements de données. Par conséquent, nous n'incluons que les données sur le rendement en annexe (voir annexe V).

En 2016, deux essais d'espacement des semences ont été menés sur le site de recherche de la MFK au printemps et à l'automne, et le dernier essai s'est déroulé sur le même site à l'été 2017. Tous les essais ont été organisés dans une conception en parcelles divisées à deux niveaux, avec cinq répétitions pour l'essai n° 1 et quatre répétitions pour les essais n° 2 et n° 3. La variété était le facteur de la parcelle principale, l'espacement entre les rangées était le traitement des sous-parcelles et l'espacement des semences était le traitement des sous-sous-parcelles.

**Tableau 4.1.a.** Facteurs et niveaux de traitement associés pour les essais d'espacement des semences / rangées en 2016 et 2017.

| Conception en parcelles divisées à deux niveaux | Facteur   | Niveau                       |
|---|---|------------------------------|
| Parcelle principale                             | Variété   | Runner haïtien local         |
|   |   | Valencia haïtienne locale    |
| Sous-parcelle                                   | Espacement entre les rangées (distance entre les rangées)             | 30,5 cm (12 pouces)          |
|   |   | 45,7 cm (18 pouces)          |
|   |   | 61,0 cm (24 pouces)          |
| Sous-sous-parcelle                              | Espacement des semences (distance entre les semences dans une rangée) | 3,3 semences / m (1 / pied)  |
|   |   | 9,8 semences / m (3 / pied)  |
|   |   | 19,7 semences / m (6 / pied) |

Pour tous les essais, les parcelles mesuraient 1,8 m de large et 3,0 m de long. Les parcelles ont été séparées par un espace non planté de 0,61 m et les grands blocs par une allée de 1,5 m (à l'exception de l'essai de 2017 qui comportait une allée de 0,61 m). Dans toutes les parcelles, les rangées cibles étaient d'abord marquées avec des piquets et des ficelles, et puis on a creusé des sillons d'une profondeur moyenne de 3,8 cm à l'aide d'une houe. Les nombres de sillons tracés par parcelle pour les espacements de 30,5, 45,7 et 61,0 cm entre les rangées étaient de six, quatre et trois, respectivement. Les parcelles ont été plantées à la main et l'uniformité a été assurée en plaçant des tuyaux en PVC (marqués avec les taux d'ensemencement appropriés) le long du sillon lors de la plantation. Les dates respectives des semis à la récolte pour chaque essai étaient les suivantes : Essai n° 1 : du 11 mars 2016 au 14 juin 2016 (Valencia) et 13 juillet 2016 (runner) ; Essai n° 2 : du 14 octobre 2016 au 14 janvier 2017 (Valencia) et 16 février 2017 (runner) ; essai n° 3 : du 26 mai 2017 au 24 août 2017 (Valencia) et 27 septembre 2017 (runner).

D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les parcelles ont été labourées avec une charrue à disque deux ou trois fois avant la plantation, et rotomoulées dans les deux jours précédant la plantation. De l'engrais 20-20-10

N-P-K a été appliqué sur l'ensemble des parcelles de recherche à un taux de 112,1 kg / ha. Avant la plantation, les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines, pulvérisées tous les 15 jours (à compter de 30 jours après la plantation) avec un fongicide (Muscle® ADV, Sipcarn Agro USA, Inc.), et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données :** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle. L'intensité virale a été évaluée par le nombre de sections d'une rangée d'arachides d'une longueur de 0,3 m présentant une infection symptomatique (voir Annexe VI pour une description détaillée des symptômes du virus). Les évaluations de virus ont été effectuées aux 5 mai et 8 décembre 2016, respectivement pour les premiers et deuxièmes essais. Les évaluations n'ont pas été effectuées pour les essais de 2017.

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol et en retirant toutes les gousses attachées de la plante. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été filtré à la main pour récupérer les gousses restantes dans le sol. Les gousses ont été placées dans de grands sacs verts en maille (Cady Bag Company, LLC. Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte afin d'éliminer toute trace de terre, puis placées sur une grande dalle de béton pour sécher au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après séchage, les sacs ont été pesés et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été décortiqué pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux (kg / ha) ont été ajustés à 10% d'humidité des gousses. Un test post-récolte a été réalisé avec le même échantillon de 100 gousses pour évaluer le pourcentage de graines saines et mures (% SMK). Le pourcentage de SMK a été calculé en divisant le poids des graines saines et mures par le poids total de l'échantillon non décortiqué.

**Analyse statistique :** Le rendement et le pourcentage de SMK ont été soumis à une analyse de variance avec PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). En raison des différences au niveau de l'espacement des semences entre les différents essais et afin de mieux comprendre l'effet de chaque facteur pour un environnement donné, chaque essai a été analysé séparément. Pour les trois essais, le modèle était une conception de parcelles divisées à deux niveaux dont la variété, l'espacement entre les rangées et l'espacement des semences étaient considérés comme des effets fixes, ainsi que la réplication et le terme d'interaction « réplication × variété » comme effets aléatoires. En raison des interactions significatives de variété × espacement entre les rangées et variété × espacement des semences ( $\alpha = 0,05$ ), l'effet de l'espacement des semences a été analysé en fonction de variété et espacement entre les rangées pour la variable dépendante principale. L'option SLICE de SAS a été utilisée pour explorer toutes les interactions à deux facteurs. Dans toutes les analyses, l'option Kenward-Roger a été utilisée pour ajuster les degrés de liberté et les différences entre les moyennes des moindres carrés ont été vérifiées par le test de comparaisons multiples de Tukey.



Figure 4.1.a. Essai de densité de plantation à la MFK, pris le 5 juin 2017.



Figure 4.1.b. Essai de densité de plantation à la MFK, pris le 28 août 2017.

**Tableau 4.1.b.** Les valeurs-p issues de l'analyse de variance pour le virus, le taux de levée, le rendement en gousses et le pourcentage de SMK pour chaque essai et variété.

| Essai | Variété  | Effet                          | Taux de levée <sup>z</sup> | Kg / ha | % SMK  |
|-------|----------|--------------------------------|----------------------------|---------|--------|
| 1     | Runner   | Entre les rangées (B)          | 0,2868                     | 0,0222  | 0,5072 |
|       |          | À l'intérieur d'une rangée (W) | <0,0001                    | 0,0001  | 0,0002 |
|       |          | B × W                          | 0,3551                     | 0,5495  | 0,1799 |
|       | Valencia | Entre les rangées (B)          | 0,8325                     | <0,0001 | 0,8847 |
|       |          | À l'intérieur d'une rangée (W) | <0,0001                    | <0,0001 | 0,0424 |
|       |          | B × W                          | 0,8259                     | 0,0006  | 0,0808 |
| 2     | Runner   | Entre les rangées (B)          | 0,8122                     | 0,439   | 0,3871 |
|       |          | À l'intérieur d'une rangée (W) | 0,0511                     | <0,0001 | 0,6163 |
|       |          | B × W                          | 0,3877                     | 0,0047  | 0,9347 |
|       | Valencia | Entre les rangées (B)          | 0,0260                     | 0,0458  | 0,9809 |
|       |          | À l'intérieur d'une rangée (W) | 0,0258                     | <0,0001 | 0,7215 |
|       |          | B × W                          | 0,5390                     | 0,0200  | 0,6823 |
| 3     | Runner   | Entre les rangées (B)          | 0,1732                     | 0,7546  | 0,0595 |
|       |          | À l'intérieur d'une rangée (W) | 0,0113                     | 0,2352  | 0,9072 |
|       |          | B × W                          | 0,0384                     | 0,7218  | 0,4646 |
|       | Valencia | Entre les rangées (B)          | 0,9861                     | 0,0025  | 0,1895 |
|       |          | À l'intérieur d'une rangée (W) | 0,0287                     | <0,0001 | 0,0306 |
|       |          | B × W                          | 0,1181                     | 0,5169  | 0,128  |

<sup>z</sup>Le nombre de plantes apparues environ 3 semaines après la plantation, divisé par le nombre de graines plantées.

**Tableau 4.1.c.** Effet de l'espacement entre les rangées sur le rendement en gousses à l'intérieur d'une rangée pour les types de marché Valencia et runner pour chaque essai effectué à la MFK en 2016 et 2017.

| Variété  | Espacement à l'intérieur d'une rangée | Espacement entre les rangées | Rendement (kg / ha) |    |            |    |            |    |
|----------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|----|------------|----|------------|----|
|          |                                       |                              | Essai n° 1          |    | Essai n° 2 |    | Essai n° 3 |    |
| Runner   | 3,3 semences / m                      | 0,3 m (12 pouces)            | 5081                | a  | 1703       | A  | 3557       | a  |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)           | 3492                | b  | 1077       | B  | 3479       | a  |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)            | 3967                | ab | 1083       | B  | 3333       | a  |
|          | 9,8 semences / m                      | 0,3 m (12 pouces)            | 5649                | a  | 1746       | A  | 3122       | a  |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)           | 4691                | a  | 1805       | A  | 3257       | a  |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)            | 5055                | a  | 1854       | A  | 3400       | a  |
|          | 19,7 semences / m                     | 0,3 m (12 pouces)            | 6322                | a  | 1931       | A  | 2943       | a  |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)           | 5506                | a  | 1950       | A  | 3317       | a  |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)            | 5314                | a  | 1987       | A  | 3150       | a  |
| Valencia | 3,3 semences / m                      | 0,3 m (12 pouces)            | 4202                | a  | 1553       | A  | 2128       | a  |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)           | 2859                | b  | 1275       | A  | 2010       | a  |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)            | 2084                | c  | 844        | B  | 1899       | a  |
|          | 9,8 semences / m                      | 0,3 m (12 pouces)            | 6900                | a  | 2328       | Ab | 3304       | a  |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)           | 5955                | a  | 2966       | A  | 3059       | ab |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)            | 4923                | b  | 1949       | B  | 2220       | b  |
|          | 19,7 semences / m                     | 0,3 m (12 pouces)            | 7596                | a  | 3691       | A  | 3820       | a  |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)           | 7517                | a  | 3519       | Ab | 3571       | ab |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)            | 6086                | b  | 2408       | B  | 2740       | b  |

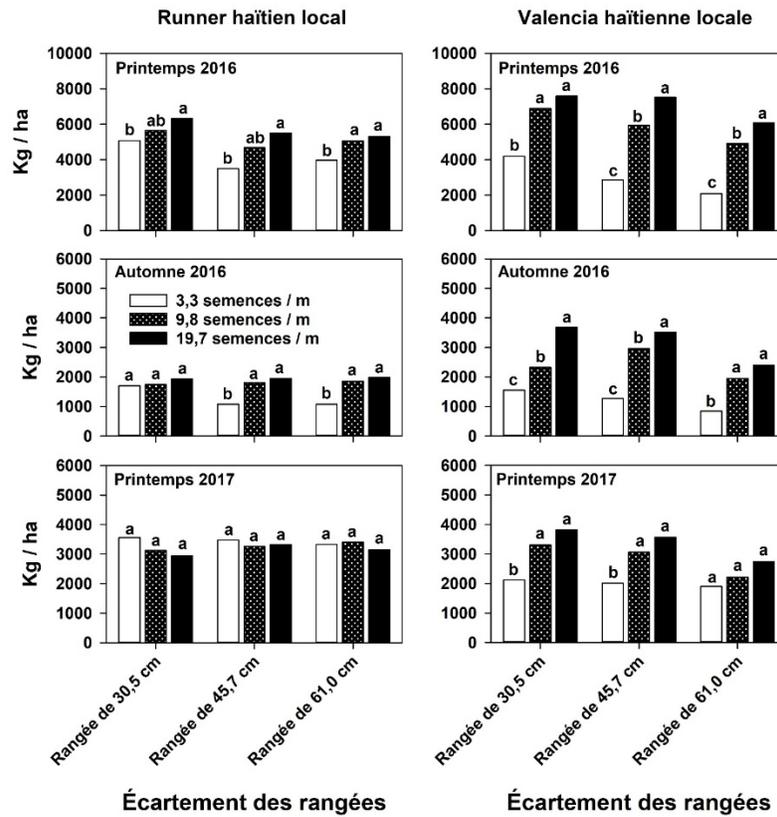


Figure 4.1.c Effet de l'espacement des graines sur le rendement total en gousses (kg / ha) pour chaque type de marché et espacement entre les rangées. Les barres groupées pour chaque traitement d'espacement entre les rangées avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de différence significatif honnête de Tukey.

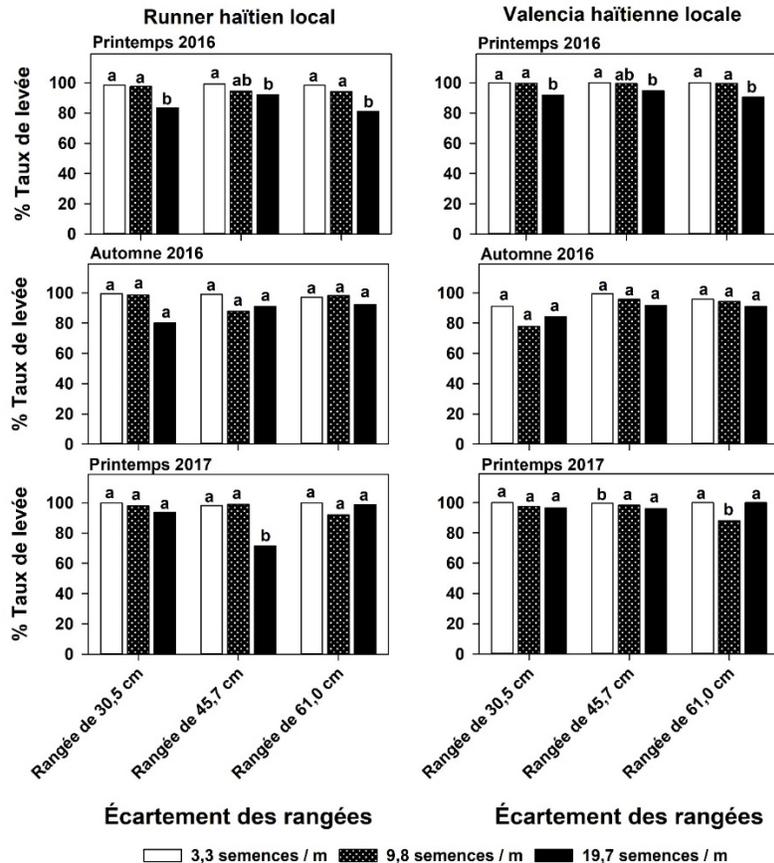


Figure 4.1.d. Effet de l'espacement des semences sur le pourcentage final du taux de levée pour chaque type de marché et espacement entre les rangées. Les barres groupées pour chaque traitement d'espacement entre les rangées avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de différence significatif honnête de Tukey.

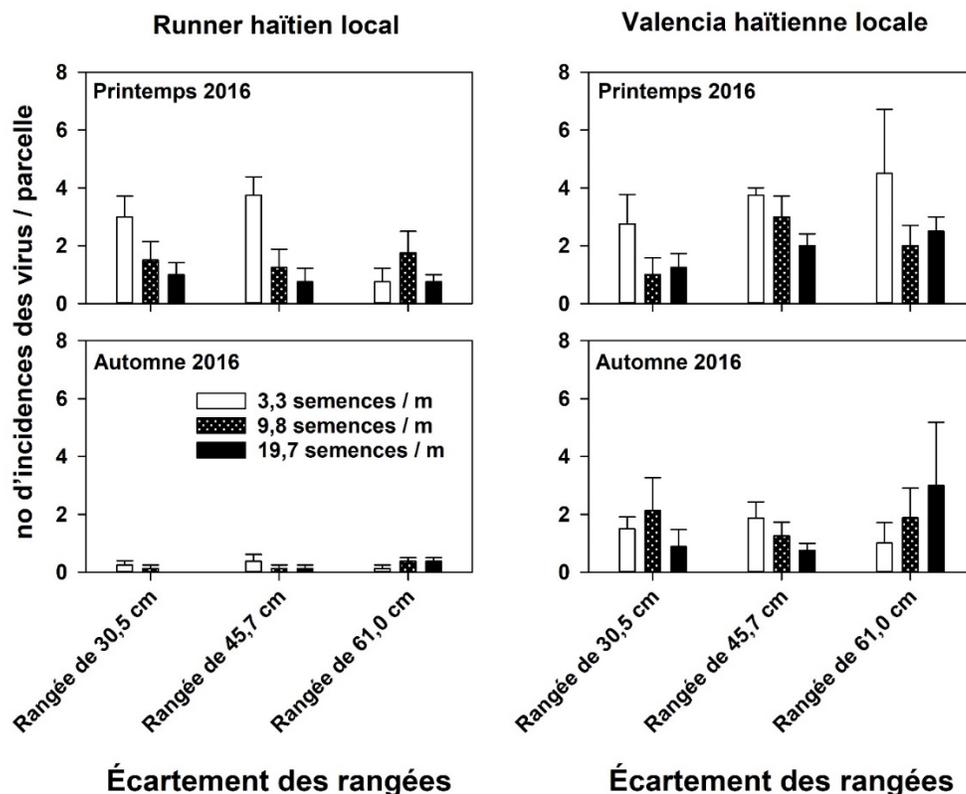


Fig. 4.1.e. Nombre moyen de sections de rangées d'arachides d'une longueur de 0,3 m présentant une infection virale symptomatique. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne.

**Tableau 4.1.d.** Effet de variété, d'espacement entre les rangées et d'espacement à l'intérieur d'une rangée sur le pourcentage de l'incidence des virus chez les types de marché runner et Valencia pour les deux essais effectués à la MFK en 2016.

| Variété  | Effet                                 | Traitement                 | % Incidence des virus |   |            |   |            |    |
|----------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|---|------------|---|------------|----|
|          |                                       |                            | Essai n° 1            |   | Essai n° 2 |   | Essai n° 3 |    |
| Runner   | Espacement entre les rangées          | 0,3 m (12 pouces)          | 71,0                  | a | 66,0       | a | 59,3       | ab |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)         | 70,5                  | a | 62,4       | a | 61,6       | a  |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)          | 69,8                  | a | 62,7       | a | 56,8       | b  |
|          | Espacement à l'intérieur d'une rangée | 3 semences / m (1 / pied)  | 67,8                  | b | 64,4       | a | 58,9       | a  |
|          |                                       | 10 semences / m (3 / pied) | 70,9                  | a | 64,7       | a | 59,2       | a  |
|          |                                       | 20 semences / m (6 / pied) | 72,7                  | a | 62,1       | a | 59,7       | a  |
| Valencia | Espacement entre les rangées          | 0,3 m (12 pouces)          | 65,9                  | a | 72,0       | a | 60,2       | a  |
|          |                                       | 0,46 m (18 pouces)         | 66,6                  | a | 72,2       | a | 59,7       | a  |
|          |                                       | 0,6 m (24 pouces)          | 66,2                  | a | 71,9       | a | 56,8       | a  |
|          | Espacement à l'intérieur d'une rangée | 3 semences / m (1 / pied)  | 64,1                  | b | 71,5       | a | 56,0       | b  |
|          |                                       | 10 semences / m (3 / pied) | 67,3                  | a | 72,7       | a | 59,2       | ab |
|          |                                       | 20 semences / m (6 / pied) | 67,3                  | a | 72,0       | a | 61,5       | a  |

**Conclusions** : Ces essais suggèrent fortement que la densité de plantation idéale n'est pas la même pour le runner local et la Valencia locale. L'effet de la densité de plantation sur l'intensité des virus n'était pas linéaire, en partie à cause de l'incidence limitée de la maladie. Cependant, ces données suggèrent que, les années où l'incidence des virus est la plus grave (par exemple, 2016), des densités de plantation plus élevées pourraient réduire le nombre de plantes infectées. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour corroborer cette interprétation.

**Valencia.** Globalement, quels que soient l'espacement entre les rangées ou à l'intérieur d'une rangée, les rendements de variété Valencia ont constamment augmenté avec la densité de plantation croissante (Tableau 4.1.c et Fig. 4.1.c). Cependant, l'écart de rendement entre les espacements de rangée de 30,5 et 45,7 cm est généralement inférieur à celui entre les espacements de rangée de 45,7 et 61 cm ; de même, l'écart de rendement entre les espacements de 9,8 et 19,7 graines / m est inférieur à celui entre les espacements de 3,3 et 9,8 graines / m (Fig. 4.1.c).

**Runner.** Nous n'avons pas trouvé la même cohérence dans la réponse aux traitements d'espacement des semences / rangées pour la variété runner (Tableau 4.1.c et Fig. 4.1.c). Cependant, le rendement dans les parcelles avec un espacement de 10 et 20 semences / m était plus souvent plus élevé que celui des parcelles avec un espacement de 3 semences / m (Fig. 4.1.c). L'espacement entre les rangées n'a pas d'effet sur le rendement lorsqu'il est planté à 10 ou à 20 semences / m (tableau 4.1.c), ce qui donne à penser que l'espacement des semences à l'intérieur d'une rangée est plus important que l'espacement entre les rangées pour la variété runner.

## Chapitre 4.2 4.2 Méthode de plantation : rangées vs plantation traditionnelle dispersée

**Objectif :** Notre recommandation a toujours été de faire la plantation en rangées, mais de nombreux producteurs en Haïti ne pratique pas cette méthode de plantation. Par conséquent, l'objectif était de déterminer si on obtient des rendements plus élevés en faisant la plantation en rangées par rapport à la méthode traditionnelle de plantation dispersée. Le deuxième objectif était de déterminer s'il est avantageux d'augmenter la densité de plantation avec la méthode traditionnelle dispersée pour les types de marché runner et Valencia.

L'essai a pris en compte le rendement, mais pas les heures de main-d'œuvre ou d'autres mesures. Cette étude de recherche n'aborde pas la question du rendement économique total des méthodes de plantation en rangées ou dispersées.

**Défis de l'interprétation :** Le nombre de semences n'est pas toujours le même pour la plantation en rangées par rapport à la plantation par dispersion. Il n'existe aucun moyen pratique pour utiliser la même superficie pour imiter la méthode traditionnelle et la plantation en rangées tout en conservant un nombre uniforme de semences par parcelle. Par conséquent, un compromis a été fait en choisissant une superficie de parcelle permettant une comparaison directe des deux méthodes de plantation avec le même nombre de semences dans plusieurs scénarios (mais pas tous).

**Conception expérimentale :** Deux essais de méthode de plantation ont été menés sur le site de recherche de la MFK en 2017. Les deux essais plantés à la MFK ont été conçus selon une conception en parcelles divisées avec quatre répétitions. Le type de marché était la parcelle principale (cultivars de Valencia haïtienne locale et de runner haïtien local) et la méthode de plantation était la sous-parcelle (voir le tableau 4.2.a pour plus de détails). Un autre essai portant uniquement sur le type de marché Valencia haïtienne locale a été mené sur le site de recherche de l'Acceso à Mirebalais en 2017. Cet essai a été organisé selon un schéma en blocs complets randomisés avec six répétitions. Les dates respectives de la plantation à la récolte pour chaque essai étaient les suivantes : MFK n° 1 : du 13 mars 2017 au 11 juin 2017 (Valencia) et 11 juillet 2017 (runner). MFK n° 2 : du 4 avril 2017 au 3 juillet 2017 (Valencia) et du 25 avril 2017 au 4 septembre 2017 (runner). Mirebalais : du 5 mai 2017 au 9 août 2017.

**Tableau 4.2.a.** Traitements de méthode de plantation utilisés dans les essais effectués à la MFK en 2017.

| Description du traitement               |                                     | Quantité totale de semences plantées | Quantité totale de rangées |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Unités anglaises                        | Unités métriques                    |                                      |                            |
| Rangée de 24 pouces (1 semence / pied)  | Rangée de 61,0 cm (3 semences / m)  | 30                                   | 3                          |
| Rangée de 12 pouces (1 semence / pied)  | Rangée de 30,5 cm (3 semences / m)  | 60                                   | 6                          |
| Rangée de 24 pouces (3 semences / pied) | Rangée de 61,0 cm (10 semences / m) | 90                                   | 3                          |

|   |   |     |   |
|---|---|-----|---|
| Rangée de 12 pouces (3 semences / pied)       | Rangée de 30,5 cm (10 semences / m)         | 180 | 6 |
| Dispersion de 18 pouces (1 semence / poquet)  | Dispersion de 45,7 cm (1 semence / poquet)  | 30  | - |
| Dispersion de 12 pouces (1 semence / poquet)  | Dispersion de 30,5 cm (1 semence / poquet)  | 60  | - |
| Dispersion de 18 pouces (2 semences / poquet) | Dispersion de 45,7 cm (2 semences / poquet) | 60  | - |
| Dispersion de 12 pouces (2 semences / poquet) | Dispersion de 30,5 cm (2 semences / poquet) | 120 | - |

Pour tous les essais, les parcelles mesuraient 1,8 m de large et 3,0 m de long. Chaque parcelle a été séparée par une allée de 0,6 m à l'intérieur de blocs et les blocs ont été séparés par une allée de 1,5 m. Pour les parcelles plantées en rangées, les rangées cibles ont d'abord été marquées avec des piquets et des ficelles, et des houes ont été utilisées pour créer des sillons d'une profondeur moyenne de 3,8 cm. Les champs ont été labourés à l'aide d'une charrue à disque deux ou trois fois avant la plantation et rotomoulés dans les deux jours précédant la plantation. De l'engrais 20-20-10 N-P-K a été appliqué à chacun des champs de l'étude à raison de 112,1 kg / ha. Les parcelles ont été plantées à la main et l'uniformité a été assurée en plaçant des tuyaux en PVC (marqués avec le taux de semis approprié) le long du sillon dans chaque rangée lors de la plantation. Pour les parcelles dispersées, des poquets individuels ont été créés avec des houes de manière aléatoire, tout en respectant la distance de plantation appropriée en fonction du traitement ; les poquets ont été creusés avec une profondeur moyenne de 3,8 cm. Les parcelles de plantation par dispersion ont ensuite été plantées à la main en plaçant une ou deux graines dans chaque poquet, conformément aux spécifications de traitement de chaque parcelle. En raison de problèmes de germination dans le premier essai, le type de marché runner dans l'essai MFK n° 2 et l'ensemble de l'essai à Mirebalais ont été plantés à un taux de plantation double du taux de plantation souhaité ; par la suite, après l'évaluation du taux de levée, les parcelles contenant trop de plantes ont été dégarnies et les parcelles contenant trop peu de plantes ont été replantées avec des plantes repiquées.

D'autres facteurs pouvant entraîner une réduction de rendement ont été gérés afin d'atténuer le risque de confusion des résultats liés aux facteurs expérimentaux. Ainsi, les semences ont été traitées avec de l'azoxystrobine, du fludioxonil et du méfénoxame (Dynasty PD®, Syngenta Crop Protection, Greensboro, Caroline du Nord, États-Unis) à raison de 187 g de produit pour 100 kg de semences. Les parcelles ont été désherbées toutes les deux semaines, pulvérisées tous les 15 jours (à compter de 30 jours après la plantation) avec un fongicide (Muscle® ADV, Sipcam Agro USA, Inc.), et irriguées toutes les deux semaines en l'absence de pluie.

**Collecte des données :** Deux à trois semaines après la plantation, une évaluation du taux de levée a été effectuée pour chaque parcelle ; le taux de levée moyen pour toutes les parcelles était de 70,9% pour l'essai n° 1 à la MFK, de 96,9% pour l'essai n° 2 à la MFK, et de 100% pour l'essai effectué dans le Plateau central. Des évaluations finales de sévérité des taches foliaires et de la rouille ont été effectuées immédiatement avant de procéder à la récolte. La sévérité des taches foliaires a été évaluée selon l'échelle de Floride 1 à 10 (annexe III). La sévérité de la rouille a été évaluée avec une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

Les arachides ont été récoltées manuellement en tirant d'abord toute la plante du sol et en retirant toutes les gousses attachées de la plante. Ensuite, le sol de chaque parcelle a été filtré à la main pour récupérer les gousses restantes dans le sol. Les gousses ont été placées dans de grands sacs verts en maille (Cady Bag Company, LLC. Pearson, Géorgie, États-Unis) et lavées après la récolte afin d'éliminer toute trace de terre, puis placées sur une grande dalle de béton pour sécher au soleil. Les gousses ensachées ont été mises à sécher pendant au moins trois jours et ont été placées sous un abri chaque nuit. Après séchage, les sacs ont été pesés et immédiatement après, un échantillon de 100 gousses a été décortiqué pour obtenir la teneur en humidité des graines. Les poids finaux (kg / ha) ont été ajustés à 10% d'humidité des gousses. Un test post-récolte a été réalisé avec le même échantillon de 100 gousses pour évaluer le pourcentage de graines saines et mures (% SMK). Le pourcentage de SMK a été calculé en divisant le poids des graines saines et mures par le poids total de l'échantillon non décortiqué.

**Analyse statistique :** Le rendement a été soumis à une analyse de variance avec PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, Caroline du Nord, États-Unis). En raison des interactions significatives de variété × méthode de plantation lors des analyses préliminaires, les variétés ont été analysées séparément. Pour les deux types de marché, le modèle était une conception de parcelles divisées dont l'essai et la méthode de plantation étaient considérés comme des effets fixes, et réplication et le terme d'interaction « réplication × essai » comme des effets aléatoires. Dans toutes les analyses, l'option Kenward-Roger a été utilisée pour ajuster les degrés de liberté et les différences entre les moyennes des moindres carrés ont été vérifiées par le test de comparaisons multiples de Tukey.



Fig. 4.2.a. 2017 Essai de méthode de plantation n° 1 à la MFK, le 18 avril 2017. Fig. 4.2.b. 2017 Essai de méthode de plantation n° 1 à la MFK, le 5 juin 2017.

**Tableau 4.2.b.** Analyse de variance effectuée séparément pour les types de marché runner et Valencia.

| Type de marché | Effet              | Rendement | %SMK     |
|----------------|--------------------|-----------|----------|
|                |                    | Prob > F  | Prob > F |
| Runner         | Essai              | 0,0331    | 0,0004   |
|                | Traitement         | 0,0821    | 0,7282   |
|                | Essai × Traitement | 0,9942    | 0,1838   |
| Valencia       | Essai              | 0,0008    | <0,0001  |
|                | Traitement         | <0,0001   | 0,4134   |
|                | Essai × Traitement | 0,3070    | 0,9737   |

**Tableau 4.2.c.** Effet de l'essai (lieu) sur le rendement des gousses et le % SMK pour les types de marché runner et Valencia.

| Type de marché | Effet                | Rendement |   | %SMK |   |
|----------------|----------------------|-----------|---|------|---|
| Runner         | (MFK) Printemps 2017 | 2899,3    | b | 58,9 | b |
|                | (MFK) Été 2017       | 4044,2    | a | 90,6 | a |
| Valencia       | Plateau central      | 1454,5    | b | -    |   |
|                | (MFK) Printemps 2017 | 2800,5    | a | 61,9 | b |
|                | (MFK) Été 2017       | 1403,8    | b | 88,9 | a |

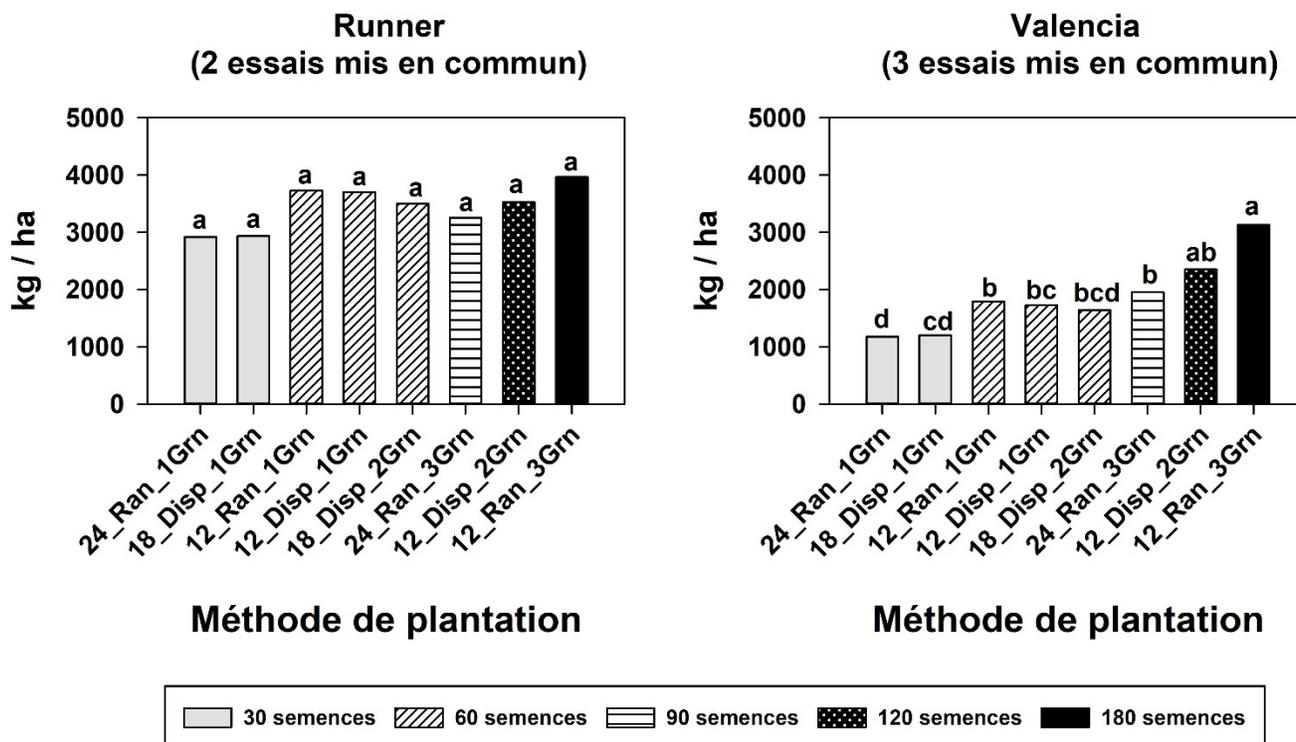


Fig. 4.2.c. Effet de la méthode de plantation sur le rendement total en gousses (kg / ha) pour chaque type de marché. Les traitements par méthode de plantation sont étiquetés comme suit : espacement entre les rangées ou les poquets, type de méthode de plantation, nombre de semences plantées dans la rangée par pied ou par poquet. Par conséquent, 24\_Row\_1Sd signifie une rangée de 24 pouces plantée à 1 graine / pi. Les traitements avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différents selon le test de différence significative honnête de Tukey.

**Conclusions :** Ces résultats suggèrent que la méthode traditionnelle de plantation par dispersion utilisée en Haïti peut fournir des rendements similaires à ceux obtenus lorsque le même nombre ou un nombre similaire de graines sont plantées en rangées. Dans ces essais, le rendement plus élevé des deux variétés était davantage fonction de la densité accrue des plantes que du type de méthode de plantation utilisé. Cependant, comme on le voit au chapitre 4.1, la densité de plantes exerce typiquement un impact plus important sur le rendement dans la Valencia haïtienne locale que chez le runner haïtien local.

# Annexe I Données mensuelles de précipitations sur le site de recherche de la MFK situé près de Cap-Haïtien, Haïti, de 2015 à 2017

| Année | Mois <sup>x</sup> | Pluies (mm) <sup>z</sup> | Précipitations <sup>y</sup> |           |           |
|-------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
|       |                   |                          | > 0,254 mm                  | > 0,63 mm | > 12,7 mm |
| 2015  | 1                 | 336                      | 7                           | 5         | 5         |
| 2015  | 2                 | 176                      | 6                           | 3         | 3         |
| 2015  | 3                 | 90                       | 9                           | 4         | 2         |
| 2015  | 4                 | 2                        | 1                           | 0         | 0         |
| 2015  | 5                 | 114                      | 13                          | 7         | 3         |
| 2015  | 6                 | 128                      | 14                          | 6         | 3         |
| 2015  | 7                 | 121                      | 17                          | 8         | 2         |
| 2015  | 8                 | 17                       | 6                           | 0         | 0         |
| 2015  | 9                 | 5                        | 2                           | 0         | 0         |
| 2015  | 10                | 65                       | 6                           | 4         | 1         |
| 2015  | 11                | 72                       | 4                           | 3         | 2         |
| 2015  | 12                | 1                        | 1                           | 0         | 0         |
| 2016  | 1                 | 41                       | 7                           | 2         | 2         |
| 2016  | 2                 | 455                      | 11                          | 8         | 6         |
| 2016  | 3                 | 23                       | 6                           | 1         | 0         |
| 2016  | 4                 | 135                      | 12                          | 7         | 3         |
| 2016  | 5                 | 188                      | 12                          | 5         | 3         |
| 2016  | 6                 | 112                      | 5                           | 5         | 2         |
| 2016  | 7                 | 0                        | 0                           | 0         | 0         |
| 2016  | 8                 | 98,9                     | 2                           | 2         | 2         |
| 2016  | 9                 | 106,8                    | 7                           | 5         | 3         |
| 2016  | 10                | 221                      | 16                          | 10        | 4         |
| 2016  | 11                | 828                      | 22                          | 14        | 12        |
| 2016  | 12                | 11                       | 5                           | 0         | 0         |
| 2017  | 1                 | 50                       | 5                           | 2         | 2         |
| 2017  | 2                 | 15                       | 4                           | 1         | 0         |
| 2017  | 3                 | 228                      | 11                          | 7         | 4         |
| 2017  | 4                 | 81                       | 10                          | 3         | 2         |
| 2017  | 5                 | 225                      | 9                           | 8         | 6         |
| 2017  | 6                 | 126                      | 4                           | 4         | 3         |
| 2017  | 7                 | 138                      | 7                           | 4         | 2         |
| 2017  | 8                 | 1                        | 1                           | 0         | 0         |

<sup>x</sup>Où le chiffre 1 = janvier et 12 = décembre.

<sup>y</sup>Nombre de jours ayant reçu > 0,25, > 0,63 ou > 12,7 mm de pluie pendant chaque jour d'intervalle après l'intervalle de plantation. Les données sur les précipitations ont été mesurées à l'aide de deux pluviomètres Decagon installés sur la station et programmés pour enregistrer une mesure toutes les heures.

<sup>z</sup>Les données sur les précipitations ont été enregistrées toutes les heures sur le site de recherche MFK avec un pluviomètre Decagon ECRN-50. (Decagon Devices, Inc., Pullman, Washington, États-Unis).

# Annexe II Échantillons de sol des parcelles de recherche en Haïti

**Figure supplémentaire II.a.** Résultats de l'analyse des échantillons de sol prélevés des parcelles de recherche à l'usine de la Meds & Food for Kids (MFK) située près de Cap-Haïtien (Quartier Morin), Haïti en 2015.

| Échantillon  | LBC 1<br>(ppm CaCO <sub>3</sub> / pH) | pH<br>CaCl <sub>2</sub> <sup>2</sup> | pH de<br>l'eau<br>équivalent | Mehlich 1 mg/kg (ppm) |       |       |       |       |       |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |                                       |                                      |                              | Ca                    | K     | Mg    | Mn    | P     | Zn    |
| 1 MFK – champ d'étudiants (contrôle)                     | N.A.                                  | 7,78                                 | 8,38                         | 4409                  | 37,3  | 583,3 | 37,41 | 41,3  | 0,46  |
| 2 MFK – champ d'étudiants (biochar)                      | N.A.                                  | 7,59                                 | 8,19                         | 3838                  | 41,7  | 600,1 | 47,58 | 70,6  | 0,76  |
| 3 MFK – champ arrière (côté ouest)                       | 529                                   | 7,10                                 | 7,70                         | 3720                  | 51,4  | 689,4 | 62,60 | 34,3  | 1,51  |
| 4 MFK – champ arrière (côté est)                         | N.A.                                  | 7,70                                 | 8,30                         | 3962                  | 48,0  | 585,3 | 55,62 | 46,8  | 0,98  |
| 5 MFK – côté est de la route (près de la fosse septique) | N.A.                                  | 7,82                                 | 8,42                         | 4728                  | 31,0  | 598,2 | 21,73 | 4,4   | <0,21 |
| 6 MFK – côté ouest de la route (près de la barrière)     | 498                                   | 7,14                                 | 7,74                         | 3807                  | 47,8  | 543,2 | 47,44 | 143,8 | 1,19  |
| 7 MFK – champ avant A (avec arbres)                      | 482                                   | 7,01                                 | 7,61                         | 4480                  | 105,5 | 478,7 | 53,62 | 501,3 | 2,98  |
| 8 MFK – champ avant B (avec bananes)                     | 398                                   | 7,14                                 | 7,74                         | 3760                  | 78,5  | 423,0 | 54,86 | 325,3 | 2,33  |
| 9 MFK – champ de bananes                                 | 423                                   | 7,30                                 | 7,90                         | 3366                  | 91,0  | 523,1 | 60,88 | 106,0 | 1,67  |

Les échantillons ont été prélevés en décembre 2014 et achevés le 10 mars 2015. Les échantillons de sol ont été analysés par le laboratoire de sol, plante et eau de l'Université de Géorgie.

**Figure supplémentaire II.b.** Résultats de l'analyse des échantillons de sol prélevés des parcelles de recherche à l'usine de la MFK (Meds & Food for Kids) située près de Cap-Haïtien (Quartier Morin), en Haïti, ainsi que des parcelles de recherche de la ferme de recherche de l'Acceso située dans le Plateau central (Coupe-Gorge, Mirebalais) en 2016.

| Échantillon                                      | LBC 1<br>(ppm CaCO <sub>3</sub> / pH) | pH<br>CaCl <sub>2</sub> <sup>2</sup> | pH de<br>l'eau<br>équivalent | Mehlich 1 mg/kg (ppm) |      |      |       |      |      |      |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|------|------|-------|------|------|------|
|  |                                       |                                      |                              | Ca                    | K    | Mg   | Mn    | P    | Zn   | B    |
| Champ d'étudiants de la MFK (profondeur 10 cm)   | N.A.                                  | 7,62                                 | 8,22                         | 3604                  | 48,3 | 814  | 56,88 | 58,4 | 0,62 | 1,36 |
| Champ d'étudiants de la MFK (profondeur 25 cm)   | N.A.                                  | 7,56                                 | 8,16                         | 3283                  | 40,0 | 832  | 57,25 | 59,3 | 0,58 | 1,37 |
| Champ arrière-est de la MFK (profondeur 10 cm)   | N.A.                                  | 7,69                                 | 8,29                         | 5747                  | 91,9 | 1567 | 95,99 | 93,9 | 1,01 | 1,53 |
| Champ arrière-est de la MFK (profondeur 25 cm)   | N.A.                                  | 7,65                                 | 8,25                         | 3485                  | 47,9 | 1004 | 57,84 | 44,9 | 0,62 | 1,45 |
| Champ arrière-ouest de la MFK (profondeur 10 cm) | 476                                   | 7,36                                 | 7,96                         | 3319                  | 55,7 | 1094 | 58,76 | 47,4 | 0,81 | 1,46 |
| Champ arrière-ouest de la MFK (profondeur 25 cm) | 511                                   | 7,35                                 | 7,95                         | 3066                  | 49,8 | 1166 | 60,75 | 32,4 | 0,85 | 1,55 |

|  |     |      |      |      |       |     |       |       |      |      |
|--|-----|------|------|------|-------|-----|-------|-------|------|------|
| Champ avant de la MFK (profondeur 10 cm)         | 389 | 6,99 | 7,59 | 4119 | 106,5 | 555 | 62,11 | 670,9 | 3,74 | 1,26 |
| Champ avant de la MFK (profondeur 25 cm)         | 422 | 7,03 | 7,63 | 4033 | 99,7  | 589 | 51,89 | 539,1 | 3,35 | 1,16 |
| Échantillon Plateau central 1 (profondeur 10 cm) | 522 | 7,17 | 7,77 | 4347 | 32,8  | 121 | 14,36 | 1,7   | 0,65 | 0,56 |
| Échantillon Plateau central 1 (profondeur 25 cm) | 561 | 7,05 | 7,65 | 3975 | 28,2  | 126 | 19,18 | 1,2   | 0,67 | 0,43 |
| Échantillon Plateau central 2 (profondeur 10 cm) | 578 | 7,17 | 7,77 | 4644 | 31,7  | 124 | 14,00 | 1,5   | 0,74 | 0,41 |
| Échantillon Plateau central 2 (profondeur 25 cm) | 587 | 7,20 | 7,80 | 4098 | 29,8  | 117 | 16,91 | 1,0   | 0,64 | 0,40 |
| Échantillon Plateau central 3 (profondeur 10 cm) | 547 | 7,19 | 7,79 | 4362 | 36,6  | 123 | 15,92 | 1,9   | 0,75 | 0,44 |
| Échantillon Plateau central 4 (profondeur 10 cm) | 633 | 7,31 | 7,91 | 4532 | 32,1  | 120 | 14,29 | 1,6   | 0,63 | 0,35 |

Les échantillons ont été prélevés en août 2014 et achevés le 20 octobre 2016. Les échantillons de sol ont été analysés par le Laboratoire de sol, plantes et eau de l'Université de Géorgie

**Figure supplémentaire II.b (suite).** Résultats de l'analyse des échantillons de sol prélevés des parcelles de recherche à l'usine de la MFK (Meds & Food for Kids) située près de Cap-Haïtien (Quartier Morin), en Haïti, ainsi que des parcelles de recherche de la ferme de recherche de l'Acceso située dans le Plateau central (Coupe-Gorge, Mirebalais) en 2016.

| Échantillon                                      | MO <sup>3</sup> | Sable | Loam | Argile | Type de sol         |
|--|-----------------|-------|------|--------|---------------------|
| Champ d'étudiants de la MFK (profondeur 10 cm)   | 3,31            | 44,0  | 25,9 | 30,1   | Loam sablo-argileux |
| Champ d'étudiants de la MFK (profondeur 25 cm)   | 3,39            | 44,0  | 25,8 | 30,2   | Loam sablo-argileux |
| Champ arrière-est de la MFK (profondeur 10 cm)   | 3,52            | 37,9  | 27,8 | 34,2   | Loam sablo-argileux |
| Champ arrière-est de la MFK (profondeur 25 cm)   | 3,60            | 37,9  | 27,8 | 34,2   | Loam sablo-argileux |
| Champ arrière-ouest de la MFK (profondeur 10 cm) | 4,65            | 29,8  | 33,9 | 36,2   | Loam argileux       |
| Champ arrière-ouest de la MFK (profondeur 25 cm) | 4,86            | 25,8  | 34,0 | 40,3   | Argile              |
| Champ avant de la MFK (profondeur 10 cm)         | 3,88            | 61,8  | 20,0 | 18,3   | Loam sablonneux     |
| Champ avant de la MFK (profondeur 25 cm)         | 3,92            | 57,8  | 21,9 | 20,3   | Loam sablo-argileux |
| Échantillon Plateau central 1 (profondeur 10 cm) | 5,87            | 24,1  | 26,0 | 49,9   | Argile              |
| Échantillon Plateau central 1 (profondeur 25 cm) | 5,94            | 24,1  | 24,0 | 51,9   | Argile              |
| Échantillon Plateau central 2 (profondeur 10 cm) | 5,90            | 26,1  | 26,0 | 47,9   | Argile              |
| Échantillon Plateau central 2 (profondeur 25 cm) | 5,99            | 22,1  | 24,0 | 53,9   | Argile              |
| Échantillon Plateau central 3 (profondeur 10 cm) | 5,94            | 26,1  | 26,0 | 47,9   | Argile              |
| Échantillon Plateau central 4 (profondeur 10 cm) | 5,96            | 24,0  | 26,0 | 50,0   | Argile              |

Tableau 2Les échantillons ont été prélevés en août 2014 et achevés le 20 octobre 2016. Les échantillons de sol ont été analysés par le Laboratoire de sol, plantes et eau de l'Université de Géorgie.

# Annexe III Échelles d'évaluation des taches foliaires et de la rouille utilisées pour évaluer la sévérité des maladies foliaires en Haïti

Figure supplémentaire III.a. Échelle Floride 1 à 10 utilisée pour évaluer la sévérité des taches foliaires.

| Échelle d'évaluation Floride 1 à 10 (Chiteka <i>et al.</i> , 1988) |   |               |
|--|---|---------------|
| Score  | Description   | % Défoliation |
| 1  | Pas de maladie  | 0             |
| 2  | Très peu de lésions (seulement sur la partie inférieure des plantes)                                | 0             |
| 3  | Nombreuses lésions en bas et quelques lésions en haut des plante                                    | 0             |
| 4  | Lésions sévères sur le fond ; milieu intermédiaire ; haut modéré                                    | ~ 5 %         |
| 5  | Fond défolié ; milieu sévère ; haut intermédiaire   | ~ 20 %        |
| 6  | Défolié en bas et au milieu ; haut sévère   | ~ 50 %        |
| 7  | Fond et milieu fortement défoliés ; pression extrême supérieure                                     | ~ 75 %        |
| 8  | 90% défoliée  | ~ 90 %        |
| 9  | 99% défoliée : Il ne reste que très peu de feuilles et celles qui restent sont couvertes de lésions | ~ 98 %        |
| 10   | Plantes mortes  | ~ 100 %       |

Figure supplémentaire III.b. Échelle modifiée d'ICRISAT 1 à 9 utilisée pour évaluer la sévérité de la rouille.

| Échelle de rouille ICRISAT 1 - 9 (Subrahmanyam <i>et al.</i> , 1995) |   |            |
|--|---|------------|
| Score  | Description   | % Sévérité |
| 1  | Pas de maladie  | 0          |
| 2  | Lésions peu dispersées en grande partie au niveau des feuilles inférieures (quelques lésions sur les feuilles inférieures uniquement)                                     | 1 - 5 %    |
| 3  | Nombreuses lésions des feuilles inférieures, nécrose évidente ; très peu de lésions sur les feuilles du milieu ; pas de lésions sur le dessus                             | 6 - 10 %   |
| 4  | De nombreuses lésions sont présentes sur les feuilles inférieures et moyennes ; nécrose grave sur les feuilles inférieures. Quelques lésions sur les feuilles supérieures | 11 - 20 %  |
| 5  | Nécrose sévère des feuilles inférieures et moyennes ; lésions sur les feuilles supérieures mais non graves  | 21 - 30 %  |
| 6  | Domages importants aux feuilles inférieures. Lésions densément présentes sur les feuilles moyennes avec nécrose ; lésions également sur les feuilles supérieures          | 31 - 40 %  |
| 7  | Domages graves aux feuilles inférieures et moyennes ; lésions densément réparties sur les feuilles supérieures  | 41 - 60 %  |
| 8  | Feuilles inférieures et moyennes 100% endommagées ; lésions sur les feuilles supérieures avec nécrose grave   | 61 - 80 %  |
| 9  | Presque toutes les feuilles se fanent ; tiges nues présentes  | 81 - 100 % |

## Références :

- Chiteka, Z., Gorbet, D., Shokes, F., Kucharek, T., et Knauff, D. (1988). Components of resistance to late leafspot in peanut. I. Levels and variability-implications for selection. *Peanut Sci.* 15:25-30.
- Subrahmanyam, P., McDonald, D., Waliyar, F., Reddy, L., Nigam, S., Gibbons, R., Rao, V. R., Singh, A., Pande, S., et Reddy, P. (1995). Screening methods and sources of resistance to rust and late leaf spot of groundnut. Information Bulletin No. 47. L'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides.

## Annexe IV Essais d'ICRISAT 2010-2011

**Objectif :** Évaluer la performance des lignées de sélection résistantes aux maladies foliaires développées par l'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT) pour déterminer si elles sont facilement cultivables en Haïti.

**Conception expérimentale :** Trois essais sur le terrain ont été menés à trois endroits différents dans le nord d'Haïti entre 2010 et 2011. En 2010, un essai a été mené dans la communauté de Bois Rouge et un autre à l'Université Chrétienne du Nord d'Haïti (UCNH) à Limbé, Haïti. En 2011, un essai supplémentaire a été mené dans la communauté d'Isle Adam. Tous les essais ont été conçus selon un modèle de bloc complet aléatoire avec quatre répétitions. Les traitements consistaient en 15 lignées de sélection avancées de l'ICRISAT et à chaque endroit, un contrôle connu était inclus. Ils s'agissaient de Tamnut OL06 (Bois Rouge), de Tifguard (UCNH), du runner haïtien local et de la Valencia haïtienne locale (Isle d'Adam).

**Tableau IV.a.** Lignées de sélection ICRISAT évaluées lors d'essais menés en Haïti en 2010 et 2011.

| Identité   | Mode de ramification | Type botanique | Couleur des semences |
|------------|----------------------|----------------|----------------------|
| ICGV 99027 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99028 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99029 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99030 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99031 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99032 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99033 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99036 | Alterné              | Virginia       | Rouge                |
| ICGV 99046 | Séquentiel           | Spanish        | Rouge                |
| ICGV 99050 | Alterné              | Virginia       | Brun clair           |
| ICGV 99051 | Alterné              | Virginia       | Brun clair           |
| ICGV 99052 | Alterné              | Virginia       | Brun clair           |
| ICGV 99053 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99054 | Séquentiel           | Spanish        | Brun clair           |
| ICGV 99057 | Séquentiel           | Spanish        | Rouge                |

À chaque endroit, les arachides ont été plantées en deux rangées dans des parcelles de 1,2 m de large et 3,04 m de long. Le taux de semis n'a pas été enregistré, mais on suppose qu'il est de dix semences / m. Les parcelles ont été plantées le 16 juin 2010 à Bois Rouge et le 30 octobre 2010 à l'UCNH. La date de plantation n'a pas pu être déterminée pour les essais à Isle Adam. Les parcelles ont été désherbées plusieurs fois au cours de la saison, sans application d'insecticide ou de fongicide et non irriguées.

Avant de creuser, la sévérité finale des taches foliaires ont été évaluées à l'aide de l'échelle de Floride 1 à 10 (Annexe III) et la sévérité finale de la rouille a été évaluée à l'aide d'une échelle modifiée de 1 à 9 (Annexe III).

# Résultats

Tableau IV.b. Effets de variété à Bois Rouge, 2010.

| Traite ment               | Variété    | Taches foliaires |   | Rouille |   | Kg / ha |    |
|---------------------------|------------|------------------|---|---------|---|---------|----|
| 1                         | ICGV 99027 | 2,6              | B | 1.8     | b | 1274.4  | ab |
| 2                         | ICGV 99028 | 2,6              | B | 2.0     | b | 1440.0  | ab |
| 3                         | ICGV 99029 | 2,6              | B | 1.8     | b | 1296.4  | ab |
| 4                         | ICGV 99030 | 2,5              | B | 2.3     | b | 1237.6  | ab |
| 5                         | ICGV 99031 | 2,5              | B | 1.8     | b | 1352.8  | ab |
| 6                         | ICGV 99032 | 2,5              | B | 1.7     | b | 1351.5  | ab |
| 7                         | ICGV 99033 | 2,2              | B | 1.7     | b | 1295.2  | ab |
| 8                         | ICGV 99036 | 2,5              | B | 1.6     | b | 1721.4  | a  |
| 9                         | ICGV 99046 | 2,6              | B | 1.5     | b | 1671.8  | a  |
| 10                        | ICGV 99050 | 2,0              | B | 1.7     | b | 1278.0  | ab |
| 11                        | ICGV 99051 | 2,2              | B | 1.6     | b | 1502.2  | ab |
| 12                        | ICGV 99052 | 2,6              | B | 1.8     | b | 1278.8  | ab |
| 13                        | ICGV 99053 | 3,1              | B | 1.8     | b | 1052.1  | b  |
| 14                        | ICGV 99054 | 2,8              | B | 2.4     | b | 1357.1  | ab |
| 15                        | ICGV 99057 | 2,1              | b | 2.0     | b | 1446.7  | ab |
| 16                        | TN         | 6,7              | a | 8.1     | a | 245.5   | c  |
| DSH de Tukey P=.05        |            | 1.5              |   | 0,2     |   | 610,2   |    |
| Écart-type CV             |            | 0.6              |   | 0,1     |   | 237,7   |    |
| Réplication F Réplication |            | 20.4             |   | 12,1    |   | 18,3    |    |
| Prob.(F) Traitement F     |            | 0.1              |   | 0,5     |   | 0,2     |    |
| Traitement Prob.(F)       |            | 0.0429           |   | 0,6316  |   | 0,0446  |    |
|                           |            | 14.868           |   | 22,413  |   | 7,652   |    |
|                           |            | 0.0001           |   | 0,0001  |   | 0,0001  |    |

Tableau IV.c. Effets de variété sur les taches foliaires, la rouille et le rendement en gousses à l'UCNH, 2010.

| Traite ment               | Variété    | Taches foliaires |   | Rouille |    | Kg / ha |     |
|---------------------------|------------|------------------|---|---------|----|---------|-----|
| 1                         | ICGV 99027 | 0                | a | 3,7     | bc | 1529,3  | Abc |
| 2                         | ICGV 99028 | 0                | a | 3,5     | bc | 1227,8  | Abc |
| 3                         | ICGV 99029 | 0                | a | 3,2     | bc | 1288,6  | Abc |
| 4                         | ICGV 99030 | 0                | a | 3,5     | bc | 1573,7  | Abc |
| 5                         | ICGV 99031 | 0                | a | 3,2     | bc | 1785,9  | Abc |
| 6                         | ICGV 99032 | 0                | a | 3,5     | bc | 1320,1  | Abc |
| 7                         | ICGV 99033 | 0                | a | 3,7     | bc | 1160,6  | Bc  |
| 8                         | ICGV 99036 | 0                | a | 2,0     | d  | 2172,9  | Ab  |
| 9                         | ICGV 99046 | 0                | a | 3,5     | bc | 2246,0  | A   |
| 10                        | ICGV 99050 | 0                | a | 3,2     | bc | 1754,4  | Abc |
| 11                        | ICGV 99051 | 0                | a | 2,7     | cd | 1670,4  | Abc |
| 12                        | ICGV 99052 | 0                | a | 3,0     | cd | 1299,4  | Abc |
| 13                        | ICGV 99053 | 0                | a | 3,7     | bc | 945,3   | C   |
| 14                        | ICGV 99054 | 0                | a | 4,2     | b  | 884,3   | C   |
| 15                        | ICGV 99057 | 0                | a | 3,2     | bc | 1704,5  | Abc |
| 16                        | Tifguard   | 0                | a | 6,0     | a  | 759,2   | C   |
| DSH de Tukey P=.05        |            | 0                |   | 0,3     |    | 1034,0  |     |
| Écart-type CV             |            | 0                |   | 0,12    |    | 401,9   |     |
| Réplication F Réplication |            | 0                |   | 5,93    |    | 27,58   |     |
| Prob.(F) Traitement F     |            | 0                |   | 1,25    |    | 1,39    |     |
| Traitement Prob.(F)       |            | 1                |   | 0,3029  |    | 0,2587  |     |
|                           |            | 0                |   | 11,326  |    | 4,533   |     |
|                           |            | 1                |   | 0,0001  |    | 0,0001  |     |



Fig. IV.a. Plantation des parcelles à l'UCNH en 2010.

**Tableau IV.c.** Effets de variété sur les taches foliaires et la rouille à l'Isle-Adam, Haïti, 2011.

| Traitement         | Variété         | Taches foliaires |    | Rouille |     | Kg / ha        |
|--------------------|-----------------|------------------|----|---------|-----|----------------|
|                    |                 |                  |    |         |     |                |
| 1                  | ICGV 99027      | 3,5              | Bc | 1.8     | cde | Non disponible |
| 2                  | ICGV 99028      | 3,7              | Bc | 1.5     | cde | -              |
| 3                  | ICGV 99029      | 3,7              | Bc | 1.8     | cde | -              |
| 4                  | ICGV 99030      | 3,0              | C  | 2.3     | bc  | -              |
| 5                  | ICGV 99031      | 4,0              | Bc | 1.5     | cde | -              |
| 6                  | ICGV 99032      | 3,7              | Bc | 1.5     | cde | -              |
| 7                  | ICGV 99033      | 3,7              | Bc | 1.1     | e   | -              |
| 8                  | ICGV 99036      | 4,0              | Bc | 1.5     | cde | -              |
| 9                  | ICGV 99046      | 4,7              | B  | 1.5     | cde | -              |
| 10                 | ICGV 99050      | 2,7              | C  | 1.5     | cde | -              |
| 11                 | ICGV 99051      | 3,5              | Bc | 2.0     | bcd | -              |
| 12                 | ICGV 99052      | 3,0              | C  | 1.5     | cde | -              |
| 13                 | ICGV 99053      | 4,5              | B  | 1.3     | de  | -              |
| 14                 | ICGV 99054      | 3,7              | Bc | 2.0     | bcd | -              |
| 15                 | ICGV 99057      | 4,0              | Bc | 1.5     | cde | -              |
| 16                 | Runner local    | 7,0              | A  | 2.8     | b   | -              |
| 17                 | Valencia locale | 7,0              | A  | 8.0     | a   | -              |
| DSH de Tukey P=.05 |                 | 0.13             |    | 0,82    |     |                |
| Écart-type CV      |                 | 0.03             |    | 0,20    |     |                |
|                    |                 | 4.62             |    | 9,86    |     |                |
| Réplication F      |                 |                  |    |         |     |                |
| Réplication        |                 | 0.312            |    | 0,045   |     |                |
| Prob.(F)           |                 | 0.5843           |    | 0,8348  |     |                |
| Traitement F       |                 | 15.632           |    | 122,348 |     |                |
| Traitement         |                 | 0.0001           |    | 0,0001  |     |                |
| Prob.(F)           |                 |                  |    |         |     |                |

# Annexe V Résultats des essais de densité de plantation de l'été 2015

**Conception expérimentale** : Tout était identique à ceux menés en 2016 et 2017 (voir chapitre 4.1), à l'exception du fait que les essais de 2015 n'incluaient pas le traitement d'espacement entre les rangées de 0,3 m (12 pouces) et ne comportaient pas de bordure de 0,6 m (2 pi) entre parcelles d'un même bloc. Sinon, les parcelles ont été maintenues de la même manière. La seule différence connue est que les parcelles de Trou-Du-Nord ont été irriguées à la main et moins fréquemment que celles de la MFK. Enfin, il n'existe pas de données sur le taux de levée, mais nous supposons que la germination était similaire pour tous les traitements.

**Analyse statistique** : Le rendement a été soumis à une analyse de variance pour chaque essai avec PROC GLIMMIX (SAS 9.4 Institute, Cary, NC). Le modèle était une conception de parcelles divisées à deux niveaux avec variété, espacement des rangées et espacement des semences considéré comme des effets fixe, et avec réplication, réplication  $\times$  variété et réplication  $\times$  espacement entre les rangées comme des effets aléatoires. L'option SLICE de SAS a été utilisée pour explorer toutes les interactions à deux facteurs. Dans toutes les analyses, l'option Kenward-Roger a été utilisée pour ajuster les degrés de liberté et les différences entre les moyennes des moindres carrés ont été vérifiées par le test de comparaisons multiples de Tukey.

**Tableau V.a.** Résultats de l'analyse de variance pour le rendement en gousses lors de deux essais réalisés en Haïti en 2015.

| Lieu         | Effet                                     | Valeur-f | Valeur-p |
|--------------|---|----------|----------|
| MFK          | Variété (V)                               | 42,44    | 0,0019   |
|              | Espacement entre les rangées (B)          | 1,59     | 0,2614   |
|              | V $\times$ B                              | 0,48     | 0,496    |
|              | Espacement à l'intérieur d'une rangée (W) | 24,87    | <,0001   |
|              | V $\times$ W                              | 1,69     | 0,2043   |
|              | B $\times$ W                              | 0,73     | 0,4927   |
|              | V $\times$ B $\times$ W                   | 0,17     | 0,8464   |
| Trou-Du-Nord | Variété (V)                               | 14,43    | 0,0115   |
|              | Espacement entre les rangées (B)          | 0,77     | 0,4392   |
|              | V $\times$ B                              | 5,97     | 0,0214   |
|              | Espacement à l'intérieur d'une rangée (W) | 5,48     | 0,01     |
|              | V $\times$ W                              | 0,75     | 0,481    |
|              | B $\times$ W                              | 1,31     | 0,2864   |
|              | V $\times$ B $\times$ W                   | 0,26     | 0,7767   |

**Tableau V.b.** Effets de la variété, de l'espacement entre les rangées et de l'espacement à l'intérieur de la rangée sur le rendement en gousses à deux endroits en Haïti en 2015.

| Lieu            | Effet                                 | Traitement      | Rendement (kg / ha) |   |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------|---|
| MFK             | Variété                               | Runner local    | 2486                | a |
|                 |                                       | Valencia locale | 1242                | b |
|                 | Espacement entre les rangées          | 18              | 1909                | a |
|                 |                                       | 24              | 1618                | a |
|                 | Espacement à l'intérieur d'une rangée | 3 semences / m  | 1276                | b |
|                 |                                       | 10 semences / m | 1931                | a |
| 20 semences / m |                                       | 2203            | a                   |   |
| Trou-Du-Nord    | Variété                               | Runner local    | 1316                | a |
|                 |                                       | Valencia locale | 637                 | b |
|                 | Espacement entre les rangées          | 18              | 963                 | a |
|                 |                                       | 24              | 870                 | a |
|                 | Espacement à l'intérieur d'une rangée | 3 semences / m  | 784                 | b |
|                 |                                       | 10 semences / m | 865                 | b |
| 20 semences / m |                                       | 1132            | a                   |   |

**Tableau V.c.** Effet simple de l'espacement entre les rangées sur le rendement en gousses de chaque variété à deux endroits en Haïti en 2015.

| Essai        | Variété         | Espacement entre les rangées | Rendement (kg / ha) |   |
|--------------|-----------------|------------------------------|---------------------|---|
| MFK          | Runner local    | 18                           | 2762                | a |
|              |                 | 24                           | 2237                | a |
|              | Valencia locale | 18                           | 1319                | a |
|              |                 | 24                           | 1170                | a |
| Trou-Du-Nord | Runner local    | 18                           | 1235                | a |
|              |                 | 24                           | 1403                | a |
|              | Valencia locale | 18                           | 751                 | a |
|              |                 | 24                           | 540                 | b |

## Annexe VI Symptômes des virus chez l'arachide en Haïti

**Méthode d'évaluation des virus :** L'intensité des virus a été évaluée comme le nombre « d'attaques » de virus sur une distance de 0,3 m d'une rangée de plantes d'arachides présentant une infection virale symptomatique par 30,5 cm de rangée.

### Symptômes primaires :

- Taches annulaires
- Regroupement dense de feuilles rabougries au niveau du terminal
- Chlorose / Mosaïque
- Retard de croissance extrême
- Mort des feuilles terminales



Runner haïtien local avec un retard de croissance extrême et des feuilles chlorotiques.



Valencia haïtienne locale avec des taches annulaires et une mosaïque



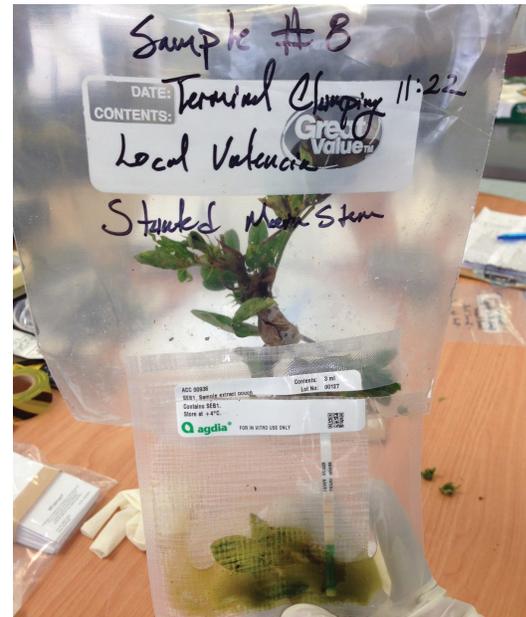
Petites feuilles de Valencia haïtienne locale avec des taches annulaires.



Valencia haïtienne locale avec une grappe dense de feuilles rabougries au niveau du terminal.



Valencia haïtienne locale dont les feuilles terminales sont mortes.



Confirmation de l'infection à tospovirus en Haïti avec Agdia immunoStrip® contre le virus de la tache bronzée de la tomate (TSWV). On sait que les bandelettes réactives ont une réactivité croisée avec le virus de la tache chlorotique de la tomate (TCSV) qui a déjà été signalé en Haïti (Adegbola et al., 2016).

### Références :

Tableau 3 Adegbola, R., Fulmer, A., Williams, B., Breneman, T., Kemerait, R., Sheard, W., Woodward, J., Adkins, S., et Naidu, R. (2016). First report of the natural occurrence of tomato chlorotic spot virus in peanuts in Haiti. *Plant Dis.* 100:8, 1797



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

Cette publication a été rendue possible grâce au soutien fourni par le Bureau de la recherche et des politiques agricoles de l'Agence américaine pour le développement international (USAID) au Bureau de la sécurité alimentaire, dans le cadre de l'accord numéro AID-ECG-A-00-07-0001. Les opinions exprimées ici sont celles de l'auteur (s) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de l'USAID.



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



College of Agricultural &  
Environmental Sciences

**extension.uga.edu**

---

**Bulletin 1499-FR**

**Mars 2020**

---

Published by the University of Georgia in cooperation with Fort Valley State University, the U.S. Department of Agriculture, and counties of the state. For more information, contact your local UGA Cooperative Extension office.  
The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences (working cooperatively with Fort Valley State University, the U.S. Department of Agriculture, and the counties of Georgia) offers its educational programs, assistance, and materials to all people without regard to race, color, religion, sex, national origin, disability, gender identity, sexual orientation or protected veteran status and is an Equal Opportunity, Affirmative Action organization.