

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master science d'agronomie

Spécialité : Amélioration des plantes

Thème

***Effet sur les performances agrophysiologiques de
L'association culturale céréales/ légumineuses : cas de
maïs /petit pois.***

Présenté par :

Benaïssa Asma

Falouti Razika

Boutaghane Nada

Membres de Jury :

Présidente : Mme. Bounab Ouarda MCB Univ. de Skikda

Encadreur : Mr. Boulechfar Mohamed MAA Univ. de Skikda

Examineur : Mr. Sadallah Said MAA Univ. de Skikda

Année Universitaire : 2024/2025



Remerciements

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Louange à Dieu d'abord et avant tout, extérieurement et intérieurement, pour son succès et sa générosité, et pour sa puissance innombrable. Sans son aide, nous n'aurions pas atteint ce stade et nous n'aurions pas eu la force et la patience de continuer le chemin et de terminer ce travail académique.

Ô Dieu, louange à toi comme il se doit pour la majesté de ton visage et la grandeur de ton sultan

*Nous exprimons nos sincères remerciements et notre gratitude à Mr. **Boulechfar Mohamed** pour son soutien continu, ses conseils précieux et ses conseils constructifs tout au long de cette recherche. Il nous a été d'une grande aide pour surmonter les difficultés, et sa présence et ses conseils ont eu un grand impact sur la mise en lumière de cette œuvre.*

*Nous sommes également heureux d'exprimer nos sincères remerciements et notre reconnaissance aux deux éminentes enseignantes, Mme. **Bounab Ouarda** et Mr. **Sadallah Said** pour leur aimable acceptation de juger ce travail, et leur empressement à l'évaluer avec un œil scientifique précis. C'est un honneur pour eux de discuter de ce travail que nous honorons aujourd'hui.*

*Nous exprimons également notre profonde appréciation et notre gratitude à l'ingénieur en serre du Département des sciences agricoles, Mme « **Ghassib souhaila** », pour le soutien et la coopération qu'elle nous a apportés, et pour son intérêt qui a contribué à faciliter l'aspect appliqué de notre recherche.*

Un grand merci et une reconnaissance à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce travail scientifique, et que Dieu le fasse dans la balance de vos bonnes actions et vous récompense en notre nom tout le meilleur.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

""ربي أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه
وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين""

صدق الله العظيم سورة النمل الآية 19

بسم الله الذي ييسر الأمور، بسم الماء الذي يحيي الورود، بسم الأمل مادام موجود، بسم
القلم مادام القلم يخطط بالعهود، بسم الحب مادام الحب سيدوم.

بسم العزيز الجبار راحم الناس كبار وصغار.

بعد التحية والسلام الحار الأعلى من رحيق الأزهار وتغريد الأطيار.

كل الحمد والشكر لله الرؤوف الودود، الذي جعل النور في أعيننا، والغنى في عقولنا،
والحب الإيمان في قلوبنا، وجعل الأقلام تتحرك والعقول تفكر والألسنة تعبر، بسم مبدع
الأكوان ومنشد الحب والوثام والصدقة والأمان.

بسم من خلق العلم وجعله نورا، وخلق الجهل وجعله مكسورا وخلق قارئه وجعله مسرورا
وجعل فضاء سمائه واسعا.

إلا أحلى قمر يضيء حياتي "أمي" أهدي تحياتي وأرسل إليك تحية مشرقة اشراق الشمس
المتدفقة بأنوارها على شاطئ البحر المنعشة إنعاش نسمة الربيع كروحك الطيبة، مكللة
بدموع الحب والفخر والامتنان، ابعتها بقلب أمين إليك يا أغلى قلب حنين.

بسم المنعم الوهاب الهادي للصواب، منزل الكتاب ومجري السحاب، ومجيب الجواب،
بسم من هدى وأشعل الأنوار عند الأنظار وجعل الأقلام تعبر مكان اللسان عن كل ما يجول
في الأذهان.

إلى أغلى حبيب أهدي تحياتي "أبي"، إلى من ضلت كلماته طوال هذه السنين محفورة في
عقلي وقلبي (اقرأوا، اقرأوا، اقرأوا).

كانت رحلة مليئة بالتحديات والإنجازات، ولم أكن سأصل لهذه المراتب لولا فضل الله
أولا وفضلكما ثانيا. ولا يمكنني أن أنسى الدعم الكبير من نفسي الغالية طوال هذه السنوات
ومن اخوتي فقد صرت أول خريجة لهذه العائلة الصغيرة.

وها أنا أقف اليوم فخورة بنفسي جدا بما حققته وبما سأحققه، وأتطلع إلى مستقبل
مشرق.

شكرا لكل من ساهم في تحقيق هذا الحلم.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"أَقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ، خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ، أَلْقِمْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ، الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ، عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ"

صدق الله العظيم سورة العلق اية 05

أحمدُ الله عزَّ وجلَّ عدد ما كان وعدد ما يكون، عدد الحركات والسكون، على ما وهبني من عزمٍ ونور، وما كتب لي من توفيقٍ في درب العلم. لذي علَّمني من فضله، وأعانني على الصبر والسير، حتى أتمت هذا العمل المتواضع.

لي من كانا بداية الحكاية إلى من سانداني في خطواتي الأولى، وتحملاني في لحظات ضعفي وترددي إلى من منحاني الحب بلا شروط، والدعاء بلا كلل إلى من لولاهما، ما كنت لأصل إلى هذه اللحظة... إلى أمي الغالية حرواقة فلة، وإلى أبي الحنون رمضان، لكما أنحني احتراماً وامتناناً، واعتراًفاً بعظيم فضلكما. هذا الإنجاز ليس لي وحدي، بل هو ثمرة تعبكما، وهو إهداء لقلبيكما أولاً.

إلى إخوتي وأخواتي:

سلطانة فلوتي، سعيدة فلوتي، لزهرة فلوتي وإلى زوجته الوفية أمينة زرقوط، لى من كان وجودهم نعمة، وحبهم طمأنينة، ووقوفهم إلى جانبي حياة كنتم دائماً أكثر من مجرد إخوة...

كنتم السند وقت الانكسار، والدعاء وقت التعب، والضحكة وسط الزحام. في حضوركم شعرت أنني لست وحدي، وأن الحياة مهما قست، فيها أكتاف أستند إليها بثقة. أنتم الأمان الذي لا يكتب، والدعم الذي لا يطلب وجودكم في حياتي نعمة أحمد الله عليها في كل حين. وإن كان لهذا الإنجاز من معنى فهو أن يُهدى إلى قلوبكم إلى من كانوا في صمتي فهماً، وفي ضعفي قوة.

إلى أزواج إخوتي الذين كانوا دوماً جزءاً من الدرب: عبد الغاني بوقلعة، عصام بكوش شكراً لكم على الدعمم وقربكم، ووقوفكم بجانبني في كل مرحلة.

ثم إلى زينة الحياة، وأجمل ما في العائلة من روح وبراءة، إلى من ملؤوا البيت ضحكاً، وقلبي حباً: ألاء الرحمن بكوش، إسراء بكوش، إسحاق بكوش، عبد

الرحمان بوقلعة، آية الرحمن، جويرية بكوش، عبد العظيم فلوتي، وجود الرحمان بوقلعة، عبد الصمد فلوتي، عبد الباسط فلوتي كبرتم بين أيدينا، فكنتم بهجة الأيام ونورها أهديكم هذه الصفحات لأنكم تملكون أجمل مكان في قلبي.

وإلى رفيق الروح، الذي كان لي في غياب السند إلى من شاركني كل لحظة من هذه المسيرة،

من حمل معي ثقل الأيام دون أن يشتكي... الذي رافقتني بحب وبصبر من كان لي عوناً وسنداً في وقت الحاجة أكرم طورش تروبة وجودك نعمة، ودعمك قوة، ومكانك في هذا النجاح لا يقل عن مكاني. ولا أنسى أساتذتي الأجلاء، أصحاب الأثر العميق في رحلتي العلمية كل من علمني، وجهني، صححني، أو شجعتني، لكم خالص الاحترام والتقدير والامتنان. إلى كل من كان لي دعماً، حتى ولو بكلمة أهديكم هذا العمل، بكل ما فيه من تعب وفرح فأنتم كنتم الجزء الأجمل في هذه المسيرة.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"قَالَ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأُدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ".

(سورة النمل: 19)

أحمدُ الله تعالى حمداً يليقُ بجلاله وعظيم سلطانه، حمداً أستودعه ما مضى من توفيق، وما أرجوه من تمام، إذ لولاه ما كان لهذا العمل أن يرى النور، وما كان للجهد أن يثمر.

وإن كان لهذا العمل ثمرة تهدي، فإن مما يحسن البدء به بعد حمد الله أن أهدي هذا العمل إلى أول من غرسا في بذرة العلم والإيمان:

إلى والدي العزيز "عبد الفتاح" سندي في الحياة وداعمي، من علمني كيف يكون الثبات، وكيف تبني القيم على التوكل والعمل، كنت ولا زلت قدوتي الأولى، الصخرة التي أستند عليها في كل مرحلة وعنوان الثبات في كل مفترق.

إلى والدي الحبيبة "ليلي بوالكره"، إليك أكتب يا من حملتني دعاءً قبل أن تحملني عمراً، ما وهنت يوماً عن دعمي، ولا تخليت عن الإيمان بي، حناني، سندي وعالمي الأجل، لا حروفي ولا صفحتي تكفيك شكراً يا أُمِّي.

إلى جدي الغالية "أم أمي وأمي الثانية" قلب العائلة النقي، التي كان وجودها دعامة روعي، وملاذ قلبي بدعائها ومحبتها اللامشروطة، الظل الذي يسبقني في كل خير، أرفع شكري وعرفاني، فقد كنت نبغاً للسكينة يا يا قوتة قلبي.

ثم إلى الأكتاف الصلبة التي وقفت عليها، "ناجي، عبد الجليل" رفاق الدرب منذ النشأة، السند في الحياة، ومصدر قوتي وابتسامتي، كان لوقوفكما إلى جانبي أعظم الأثر إخوتي، فلكما كل التقدير.

إلى خالتي كل باسمها، أهل الحنان الأصيل،

اللاتي كنّ دوماً سنداً بالمحبة والدعاء، فلهنّ من القلب نصيب وافر من الامتنان.

إلى معلمي في القرآن، إلى فردوسة قلبي التي جعلت من آيات الله بداية الطريق ونور اللخطي، علمتني أن البداية الحقة في كل طريق هي مع كلام الله فشكراً لما زرعت، وما أثمره من خير.

إلى صديقاتي وخلياتي، رفيقات العلم والروح من منحنى حضورهن عزاء في التعب، وبهجة في السعي، وذاكرة لا تنسى، لكنّ في هذا الإنجاز أثر لا يمحي.

كما أتوجه بوافر الشكر والامتنان إلى أستاذي المشرف "محمد بولشفار" فقد كان بعلمه وتوجيهه ركيزة هذا العمل، فلکم مني جزيل التقدير على ما بذلتم من وقت وجهد ودعم بناء.

ولا يفوتني أن أخص بالشكر رفيقات الرحلة الشاقة "أسماء & رزيقة" لما كان من أثرهنّ الجميل في النفس والدرب.

وأخيرا إلى من لم يكن حاضرًا في مساري، لكنه كان ينتظر بصمت، ويدعو من بعيد، ويرقب اكتمال هذه الرحلة بقلبٍ ممتلئ... إلى من ترقب لحظة التخرج، ليقول كلمةً طال انتظارها، وظلّ الصمت أبلغ من القول...

لهذا الانتظار، ولو لم يكتمل، أثر لا يُمحى من الذاكرة.

Nada

Sommaire

Table des matières

Remerciements

sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 1

Chapiter 1..... 4

Généralités sur le maïs.....4

1Généralités sur le maïs..... 4

1.1L'origine de maïs..... 4

1.2L'importance de maïs dans le monde..... 4

1.3L'importance de maïs en Algérie..... 4

1.4La classification botanique de maïs..... 4

1.5Le cycle végétatif du maïs..... 5

1.5.1Croissance et développement 5

1.5.2Phase de germination 5

1.5.3Croissance phase..... 5

1.5.4Phase de maturation 5

1.6Les différents types de maïs..... 6

1.6.1Caractéristiques des types de maïs 6

1.6.2Les différents types de maïs en Algérie 7

1.7Les exigences de maïs..... 7

Le sol: 7

1.8La rotation et l'assolement de la culture du maïs.... 8

1.9La conduite de la culture du maïs..... 8

1.9.1Choix de la parcelle 8

1.9.2Précédents culturaux 9

1.9.3Choix et qualité de la variété de maïs9

1.9.4 Préparation du sol	9
1.9.5 Choix de la période de production	9
1.9.6 Traitement des semences	9
1.10La fertilisationde la culture du maïs	10
1.11L'irrigation de la culture du maïs.....	10
1.12Les maladies.....	11
1.12.2 Carences nutritionnelles	15
1.12.3 Effets des pesticides	15
<i>Chapiter 2</i>	16
<i>Généralités sur le petite pois..</i>	16
1Généralité sur le pois	17
1.1Origine et historique du petit pois.....	17
1.2 Importance agronomique de la culture de pois.....	17
1.3Importance agronomique de la culture de pois en Algérie	18
1.4Classification.....	18
1.5Le développement végétatif et reproductif du pois.....	19
1.5.1 Germination :	19
1.5.2 Stade Végétatif :.....	19
1.5.3 Floraison:.....	19
1.5.4 Formation des gousses et des graines :	20
1.6Caractéristiques botaniques	20
1.7Les exigences de petite pois.....	20
1.8La conduite de la culture de petit pois.....	21
1.8.1 Période de semis.....	21
1.8.2 Choix de l'emplacement et préparation du sol	21
1.8.3 Techniques de semis	22
1.8.4 Entretien après semis	22
1.9Rotation et l'assolement de petit pois	22
1.10Intérêt du pois.....	22
1.11 Fertilisation de pois.....	23
1.12Maladies et parasites.....	23
1.13Les ravageurs de petit pois	25
1.14Récolte	26

Chapitre 3 : L'Association des céréales et de légumineuses	27
1 Les cultures associées.....	28
1.1 Définition de l'association des céréales et des légumineuses.....	28
1.2 Les types de la culture associations.....	28
1.3 Les effets des céréales et de légumineuses.....	29
<i>Partie 2</i>	31
<i>Matériel et Méthodes</i>	31
1 Localisation de site expérimental.....	32
2 Matériel végétal.....	33
3 Méthodes.....	34
3.1 Préparation du substrat et semis.....	34
3.2 Dispositif expérimental.....	34
3.3 Les paramètres étude.....	35
3.4 Analyse statistique des données.....	35
3.5 Présentation des résultats.....	35
<i>Résultats et discussions</i>	36
1 Caractéristiques physico-chimiques du substrat de culture	37
1 Effet de l'association maïs /pois sur la croissance en hauteur des plants.....	37
1.1 Chez le maïs.....	37
1.2 Chez le pois.....	39
2 Effet de l'association maïs/pois sur la croissance du diamètre des plants	41
2.1 Chez le maïs.....	41
2.2 Chez le pois.....	43
3 Effet de l'association maïs/pois sur le nombre de feuilles	45
3.1 Chez les maïs.....	45
3.2 Chez le pois.....	46
Conclusion.....	48
Annexes.....	50
1 <i>Effet de l'association maïs /pois sur la croissance en hauteur des plants</i>	51
2 <i>Effet de l'association maïs/pois sur la croissance du diamètre des plants</i>	52
3 Effet de l'association maïs/pois sur le nombre de feuilles	54
4 Analyse statistique de test anova de hauteur tige le pois.....	55
5 Analyse statiques de test anova de hauteur de tige de maïs	55

6Analyse statistique des test anova de daimetre de tige de pois et mais	55
7Analyse statistique des test anova de nombre de feuilles de pois ... Error! Bookmark not defined.	
8Analyse statistique des test anova de nombre de feuilles de mais	55
9Analyses statistique des test anova de nombre de feuilles de pois	56
Référence Bibliographique	63
Résumé	67

Liste des figures

Les figures	Le titre	La page
Le figure 1	Le cycle développement de maïs	06
Le figure 2	Le cycle développement de pois	20
Le figure 3	la stations de notre étude	32
Le figure 4	Germination et semi de pois et maïs	33
Le figure 5	Ruban métrisé et Pied à coulisse (diamètre)	34
Le figure 6	le pote utilisée	34
Le figure 7	les traitements	35
Le figure 8	Evolution de la hauteur de tige chez le maïs (en cm) en fonction du temps	38
Le figure 9	Effet de l'association culturale maïs /pois sur la hauteur des tiges de maïs	39
Le figure 10	Évolution de la croissance en hauteur (en cm) en des plants chez le pois (<i>Pisum sativum</i>) fonction du temps	40
Le figure 11	Effet de l'association culturale maïs /pois sur la hauteur des tiges de pois	41
Le figure 12	Evolution du diamètre du maïs en fonction du temps	42
Le figure 13	Effet de l'association culturale maïs /pois sur le diamètre des tiges de maïs	43
Le figure 14	Evolution du diamètre des plants en fonction du temps (A : maïs seul, B : maïs/1pois, C : maïs/2pois)	44
Le figure 15	Effet de l'association culturale maïs /pois sur le diamètre des tiges de pois	45
Le figure 16	Évolution du nombre de feuilles de maïs	46
Le figure 17	Évolution du nombre de feuilles de pois	47
Le figure 18	Effet de l'association culturale maïs/pois sur le nombre de feuilles chez le pois	48

Liste des tableaux

Les tableaux	Le titre	La page
Tableau 1	Des types de maïs	06
Tableau 2	les ravageurs de petit pois	26
Tableau 3	les traitements	34
Tableau 4	Caractéristiques physico-chimiques du substrat de culture	37
Tableau 5	les ravageurs de petit pois.	37
Tableau 6	les traitements	38
Tableau 7	les substrats de culture	40
Tableau 8	Descriptives hauteur de tige de maïs	41
Tableau 9	Effet de l'association culturale maïs/pois sur le diamètre de tige de maïs	43
Tableau10	De comparaison du nombre de feuilles de maïs	46
Tableau 11	Effet de l'association culturale maïs/pois sur le nombre de feuilles chez le pois	46
Tableau12	Evolution de la hauteur du pois	53
Tableau13	Evolution de hauteur du maïs	54
Tableau14	Evolution du diamètre du maïs	55
Tableau15	Evolution du diamètre du pois en fonction du temps	56
Tableau16	Evolution du nombre de feuilles de maïs	57

Tableau17	Évolution du nombre de feuilles de pois	58
Tableau18	Test Anova hauteur de tige chez pois	59
Tableau19	Test Anova hauteur de tige chez mais	59
Tableau20	Test Anova de diamètre chez pois et mais	59
Tableau21	Test Anova de nombre de feuilles chez mais	59
Tableau22	Test Anova de nombre de feuilles chez pois	60

Liste des abréviations

Anova: Analyse de la Variance.

TYKEY HSD: Test de la différence honnêtement significative de Tukey.

LSD : La plus petite différence significative.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculteur.

Introduction

Introduction

En Algérie, l'association est une pratique agricole courante, notamment dans le nord et les hauts plateaux comme Sétif, où elle est estimée à 46,1% (FAO), des superficies cultivées.

L'association des cultures entre maïs et les pois est d'une importance particulière car les deux cultures présentent des avantages pour les exploitations agricoles et l'environnement, car les pois ont la propriété de stabiliser l'azote atmosphérique, ce qui améliore la fertilité du sol et fournit une partie des besoins de maïs en azote naturellement, alors que les pois bénéficient de la structure de la forte maïs verticale qui leur fournit un support naturel pour la croissance, qui a des parois profondes qui absorbent l'eau des couches inférieures du sol, tandis que les pois dépendent des parois de surface, ce qui réduit la concurrence entre eux et réduit les taux de maladies et de ravageurs agricoles .

Économiquement, elle permet à l'agriculteur de diversifier ses sources de revenus à partir d'une même surface agricole.

Etude de l'impact de la culture intercalaire du maïs (*Zea mays* L) et du pois (*Pisum sativum* L) : évaluation des avantages agronomique de leur association analyse du dynamique de croissances et des interactions entre les deux espèces en termes de hauteur, diamètre et nombre de feuille développement racinaire ainsi qui comparaison de leur performance respective.

Notre travail est subdivisé en deux parties, la première partie est une revue bibliographique composée de trois chapitres, le premier et le deuxième présentent respectivement des généralités sur le maïs et le pois, le troisième est consacré aux associations des cultures. La deuxième partie présente notre métrologie d'étude suivie de résultats et discussion.

Grâce à cette étude, nous posons notre question sur le succès de la culture d'association entre maïs et les pois et quelle est son utilité dans tous les aspects (agronomique, économique, écologique)!

Partie 1

théorique

Chapiter 1 :
Généralités sur le maïs

1 Généralités sur le maïs

1.1 L'origine de maïs

Le maïs a été cultivé depuis des centaines d'années dans de nombreuses régions d'Amérique centrale, du Nord et du Sud. Au fil du temps, son utilisation s'est développée de manière large dans les régions tempérées, subtropicales et tropicales de la planète. Aujourd'hui, sur l'entièreté de la planète, la production de maïs dépasse celle du blé et du riz .**ECHO FICHE (2022)**.

1.2 L'importance de maïs dans le monde

Maïs est devenu la céréale la plus cultivée au monde. Sa production en grains est très légèrement supérieure à celles du riz et du blé. De nombreuses zones de culture sont également dédiées à la culture de maïs-fourrage, à des fins d'alimentation animale, soit en vert ou sous forme d'ensilage (**Gay J.P, 1984**).

Les deux tiers de la production mondiale de maïs sont dominés par les États-Unis et la Chine, ce qui correspond à leur position dominante sur le marché agricole mondial.

1.3 L'importance de maïs en Algérie

L'introduction du maïs en Afrique du Nord remonterait au XVI^e siècle, soit peut-être par les Arabes qui venaient d'Espagne. En Algérie, durant l'époque coloniale, le maïs couvrait une surface d'environ 35 % des terres cultivées. Cependant, après l'indépendance et jusqu'en 1972, la culture du maïs a connu un net recul. Les rendements sont passés de 18 à 14,1 quintaux à l'hectare, principalement à cause du manque d'eau pour l'irrigation et de la réduction des surfaces emblavées, au profit de la production animale.

Actuellement, certaines zones comme Naâma, Biskra, Ouargla et Ghardaïa ont un grand potentiel de production de maïs, dont le rendement varie entre 80 et 100 quintaux par hectare (source : www.leconews.com).

1.4 La classification botanique de maïs

Règne : végétal

Famille : Poacées

Espèce : *Zea mays*

Sous-espèce : *Zea mays subn sp*

Le document traite de l'origine et des caractéristiques botaniques et physiologiques du maïs, Chapitre 4 (Biologie de Maïs).

1.5 Le cycle végétatif du maïs

1.5.1 Croissance et développement

Le cycle végétatif du maïs, ou cycle germinatif, dure généralement 90 à 180 jours, selon la variété qui est cultivée ainsi que les conditions agroécologiques du site de culture. Ce cycle contient plusieurs grandes étapes : la germination, le développement, la floraison et la fécondation (**Ten Hoopen et Maïga, 2012**).

1.5.2 Phase de germination

La germination débute dès que la graine de maïs est exposée à des conditions favorables, dont une humidité appropriée :

Entre 2 et 3 jours après l'ensemence : émergence de la racicule (racine embryonnaire).

Entre 3 et 4 jours après l'ensemence : surgissement de la tigelle (tige future).

Entre 8 et 10 jours après l'ensemence : la levée devient générale, i.e. l'ensemble majeur de plants émerge hors du terrain (**Ten Hoopen et Maïga, 2012**).

1.5.3 Croissance phase

Cette phase a lieu de la levée jusqu'à l'émergence des inflorescences mâles (panicules). Pendant cette période, le développement du maïs est relativement lent, mais bien que soumis à l'effet d'une multitude de facteurs comme la variété, la température ambiante et la teneur en humidité du sol.

Globalement, 4 à 5 semaines suivant le semis, le maïs atteint 10 à 15 cm de hauteur

Croissance du maïs après le semis :

Soixante jours après la plantation, le maïs atteint une hauteur d'environ 50 à 60 cm. C'est à ce stade que commence la floraison. Une fois la croissance végétative terminée, l'inflorescence mâle apparaît, généralement entre 70 et 95 jours après la plantation. Quelques jours plus tard, les inflorescences femelles deviennent réceptives à la fécondation, c'est-à-dire entre 5 et 8 jours après l'apparition des inflorescences mâles

(Ten Hoopen et Maïga, 2012).

1.5.4 Phase de maturation

Après la fécondation, les grains entament leur croissance en passant par trois stades se dégageant les uns des autres : le stade laiteux, le stade pâteux, puis le stade sec enfin (**Ten Hoopen et Maïga, 2012**).

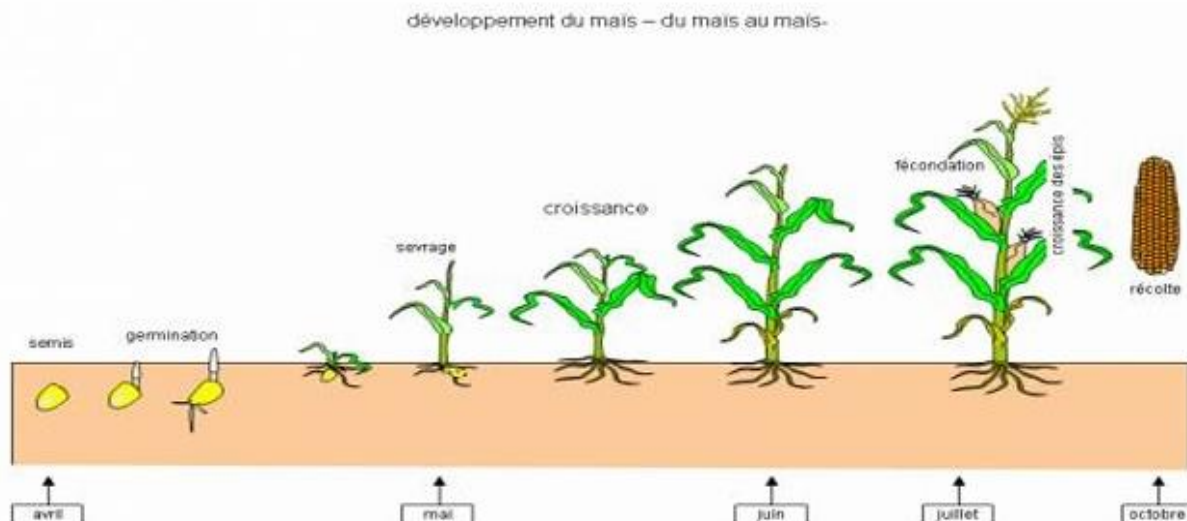


Figure 01 : de cycle développement de maïs

(GUEFO Tatiana ,NYOUMI Arthur (2021).)

1.6 Les différents types de maïs

1.6.1 Caractéristiques des types de maïs

Tableaux (1) : caractéristique des types de maïs

Type	Caractéristiques distinctes
À éclater	Les grains contiennent une petite quantité d'amidon mou et une grande quantité d'albumen dur, ce qui est plus élevé que toute autre variété.
Denté	L'album est composé de parois et de grain, le grain restant étant rempli d'un mou d'amidon. Base de grain Lorsque le grain sèche, la partie supérieure mou d'amidon de la partie amidons rétracte, créant une petite cavité. Mou se rétracte. Sandhu, K. S., Singh, N. et Kaur, M. (2004).
Sucré	En raison d'une ou plusieurs mutations génétiques récessives qui empêchent la conversion du sucre en amidon, les céréales contiennent une proportion plus élevée de sucre que d'amidon. AAC. (2014).
Corné	Les grains ont une enveloppe extérieure vitreuse et un pourcentage élevé d'albumine, ce qui donne un petit mou central. Smith, C. W., Betrán, J. et E. C. A., R. (2004-).

1.6.2 Les différents types de maïs en Algérie

En Algérie, il existe des variétés locales résistantes aux conditions naturelles, des variétés hybrides.

Variétés locales

- Maïs blanc local : souvent cultivé dans le nord Hauts Plateaux et zones définies des régions des régions Hauts Plateaux et zones définies.
- Maïs jaune local: pour la consommation humaine ou animale.

Variétés améliorées / hybrides.

Document de dossier espèces & utilisations de maïs. (France).

1.7 Les exigences de maïs

Les exigences du maïs concernent plusieurs aspects agronomiques essentiels pour assurer une bonne croissance et un rendement optimal.

Le sol: Le maïs est cultivé à son optimum dans un sol faiblement acide à neutre, Un sol riche en humus est également nécessaire, puisqu'il garantit un bon niveau en nutriments, qui favorise ainsi une croissance saine et robuste de la plante.

Limons sablonneux.

Le pH : varie de 5,8 à 6,8.

Article-preparation-du-sol-exigence-en-matiere-de-sol-et-de-semence-pour-la-culture-du-mais-(2017).

La température : Estive plante par excellence, le maïs a besoin de températures de plus de 20 °C pour une croissance optimale. Cependant, il est sensible aux chaleurs intenses, en particulier entre 32 et 45 °C, ainsi qu'au stress hydrique. Ces conditions extrêmes peuvent nuire à la floraison et à la fécondation, deux phases essentielles à la production de grains.

L'eau : L'irrigation est importante dans la production de maïs, particulièrement lorsque l'évapotranspiration est élevée. Pour minimiser l'effet du stress hydrique, notamment aux stades sensibles de croissance, un apport d'environ 100 mm d'eau en France peut effectivement augmenter le rendement.

La lumière

Le maïs est une culture éclaircissante, un fan du soleil. Si elle a à être révélée toute son intelligence, il faut la laisser exposée en plein soleil. Il faut lui donner au moins 6 à 8 heures de lumière directe par jour ; en moins, les tiges croissent mal et les récoltes en souffrance. Au moment de la floraison, la lumière est plus qu'une question d'importance : elle est cruciale. Les panicules et les soies – respectivement les organes mâles et femelles de la plante – dépendent d'une forte intensité de lumière pour une pollinisation efficace. Une fois ce délicat échange de pollen et de soies effectué, le soleil poursuit

son œuvre en participant pleinement au développement et au remplissage des grains. **Kiersten Rankel (18 Juin 2024).**

L'humidité

Le maïs nécessite des niveaux d'humidité précis, en moyenne compris entre 50 % et 80 %, selon les différents stades de son développement. Un bon taux d'humidité contrôlé influence positivement la photosynthèse, impose une meilleure qualité du rendement et renforce la résistance naturelle du maïs aux parasites. Il est donc essentiel de contrôler régulièrement l'humidité du sol avec des instruments spécialisés, pour adapter les pratiques culturelles et garantir des cultures saines et prolifiques **Kiersten Rankel (19 octobre 2024).**

1.8 La rotation et l'assolement de la culture du maïs

La rotation des cultures consiste à alterner différentes cultures sur une même parcelle afin de préserver les éléments nutritifs du sol et d'éviter son appauvrissement.

Le maïs jaune, culture irriguée à cycle relativement court, permet d'exploiter une même parcelle deux fois par an avec deux cultures différentes. Il est particulièrement recommandé de le semer après des légumineuses d'hiver telles que les fèves, lentilles, caroube ou fenugrec. Il peut également succéder au blé, à l'orge, aux betteraves d'automne ou aux pommes de terre de début de printemps.

En revanche, il est rare que le blé soit cultivé après une culture de maïs jaune.

Le maïs peut occuper plusieurs positions dans une rotation culturale. Il peut être cultivé en tête d'assolement, notamment après une défriche forestière ou une jachère de légumineuses, qui enrichissent naturellement le sol en azote. Il peut également être introduit en cours de rotation, notamment après des cultures comme l'igname, le riz, le coton ou l'arachide. Cette flexibilité permet de l'intégrer aisément dans des systèmes de culture diversifiés tout en contribuant à la durabilité de la fertilité des sols **(Yapi et Kouass, 2017)**

1.9 La conduite de la culture du maïs

1.9.1 Choix de la parcelle

1.9.1.1 Types de sol

Le maïs peut être cultivé sur une large palette de sols, à l'exception des sols mal drainés ou excessivement sableux. Il se plaît dans les sols argilo-limoneux, limoneux-argileux, argilo-sableux ou gravillonnaires. Plante maintenant sur le plan agronomique, le maïs nécessite un sol qui soit riche en matière organique et en éléments minéraux, principalement en azote, phosphore et potassium. L'azote est tout particulièrement requis avant la floraison pour favoriser une bonne formation des épis, et le phosphore est nécessaire tout au long du cycle de croissance.

1.9.2 Précédents cultureaux

Les précédents les plus appropriés à une culture favorable du maïs sont le cotonnier, les légumineuses (arachide, niébé, pois d'angole soja), le sésame et les plantes à tubercules. Le sorgho et le mil doivent être évités puisqu'ils ont les mêmes exigences que le maïs et la propagation du striga, une mauvaise herbe gênante.

1.9.3 Choix et qualité de la variété de maïs

La sélection du type de maïs dépend de la région de production, du niveau de technicité du producteur et de la demande marchande. Il est important de bien choisir les variétés qui sont adaptées aux conditions locales.

1.9.4 Préparation du sol

La préparation du sol est cruciale pour garantir un bon lit de semis. Elle consiste en nettoyage de la surface, épandage d'enfouissement, travail et également hersage. Le travail doit être réalisé dans de bonnes conditions d'humidité (10 à 20 mm), à une profondeur de 15 à 25 cm (à traction animale ou tracteur), ou au moins 10 cm pour un travail manuel. Il faut éviter un émiettement trop fin et travailler perpendiculairement à la pente pour limiter l'érosion. Pour les semis sur billon, les billons doivent être réalisés après un léger travail.

1.9.5 Choix de la période de production

Le maïs peut être produit toute l'année, mais la période de production influence le rendement. En saison des pluies : au Bénin, la période recommandée se situe entre le 15 juin et fin octobre. Dans le sud du pays, c'est entre le 15 mars et la mi - juillet. En cas de retard, il est recommandé de planter des variétés extra- précoces jusqu'au 20 juillet. En saison sèche : toutes les variétés peuvent être cultivées, à condition d'éviter les périodes de froid (qui allongent le cycle) et les fortes chaleurs (défavorables à la floraison).

Les semis doivent être réalisés après une pluie d'au moins 20 mm pour assurer une bonne germination. Il peut se faire manuellement ou mécaniquement. La période optimale est située entre le 15 juin et le 15 juillet.

1.9.6 Traitement des semences

Afin de protéger les semences des maladies du sol (brûlure des semis), des attaques de termites, de mulot, de rongeurs et autres insectes, il est recommandé de les traiter avec un produit insecticide- fongicide comme le Calthio Mix ou le Montaz WS. Protection phytosanitaire Le maïs subit peu de dégâts d'insectes, bien que des pucerons ou la Spodoptera puissent apparaître. Il est également sensible à certaines maladies virales transmises par des insectes. Pour sa protection, des produits comme Thalo Plus ou COGA sont utilisés à raison de 3 kg/ha. Toutefois, la meilleure stratégie reste l'utilisation de variétés résistantes.

Source :(fiche technique (2019), itinéraire technique du maïs manuel innovant genre sensible).

1.10 La fertilisation de la culture du maïs

L'azote

Selon sur le potentiel de production, l'azote les besoins exigences varient de 12 à 14 kg pour produire 1 tonne de matière sèche par hectare (2,1 à 2,3 kg N par tonne produite). Ces les exigences seront prises en considération lors de l'évaluation du besoin en azote, du quel sera déduit l'apport du sol (reliquats + minéralisation de l'humus +/- minéralisation des résidus de culture antérieurs et intermédiaires + retours le besoin prairie + effets de la fumure organique + eau d'irrigation).

Les ingénieurs agricoles doivent être pris en considération lors des calculs. Le type d'eaux usées, son temps d'application moment (prochainement (peu avant les semis ou plusieurs mois avant), leur quantité et leur profondeur de mise en terre auront tous une incidence sur la quantité d'azote disponible pour la culture.

Phosphore

Le grain de maïs a un faible besoin en phosphore. Besoin minimal en phosphore. Le fourrage de maïs est moyennement lourd. Le calcul du dosage est basé sur le niveau de besoin de la culture, la teneur en phosphore du sol, l'historique récent de fertilisation, l'être saturation ou loin des résidences culturelles. Ce Le calcul peut aboutir à un statu quo, à un paiement pour compenser les exportations ou à une amélioration pour les exportations ou perspectives d'avenir, par exemple, 4040 tt de fumier bovin (2,6% (P₂O₅ par tonne) sera utilisé pour produire 185 kg185 kg de Super 45 (45% P₂O₅). Il est-il est indispensable d'analyser ses effluents afin d'en déterminer la valeur et d'en modifier les quantités.

Potassium

Le maïs est moyennement exigeant. Le calcul de la dose est similaire au calcul du phosphore fournir du potassium en quantités qui ne peuvent être négligé. Par exemple, 40 t de fumier bovin (7,2 kg K₂O par tonne) fourniront la même quantité de chlorure de potassium (60 pour cent K₂O) que 480 kg Trois formes (le nitrate de potassium, le sulfate et le chlorure) sont également efficaces. Il est-il est fortement conseillé que les apports soient effectués sous forme semi- et conseillé pour les sols légers et superficiels.

La source : Stratégies Cultures - Chambre d'agriculture des Pays de la Loire - Décembre 2023

1.11 L'irrigation de la culture du maïs

Les besoins en eau du maïs sont de 450mm (pluies, irrigations, réserve en eau du sol) pour une production de 10 tonnes par hectare Ces besoins se répartissent différemment tout au long du cycle du maïs.

Les irrigations sont donc essentielles et très valorisées par le maïs du stade 10/12 (40 JAS) au stade 45% d'humidité du grain (45/50j après la floraison), la période la plus

critique se situant autour de la floraison femelle, de 10 jours avant à 3 semaines après sur nos variétés les plus utilisées (Frontal, 606).

En phase de stress maximal, la quantité minimale d'un tour d'eau est de 25mm en sol léger et 30mm en sol lourd, pour qu'elle soit significative, et de 40mm maximum pour éviter de créer soit un lessivage, un tassement de sol.

On considère que la situation concernant les besoins en eau est égale à 0 après l'irrigation post-fertilisation azotée. **Fiche technique Edition(2015)**

1.12 Les maladies :

Les maladies et carences affectant le maïs jaune :

- ✓ Le mildiou
- ✓ La brûlure des feuilles
- ✓ La rayure verticale
- ✓ La tache rugueuse des feuilles
- ✓ La tache grise
- ✓ La rouille
- ✓ Les maladies bactériennes
- ✓ La teigne
- ✓ Le charbon de l'épi
- ✓ La pourriture fusarienne
- ✓ Le charbon nu
- ✓ Les maladies de Florsoenoe
- ✓ La brûlure et le charbon de l'épi.

1.12.1 Les maladies

L'antracnose du sorgho

est l'une des maladies foliaires les plus dévastatrices qui affectent cette culture à l'échelle mondiale . champignon qui en est la cause . Cette la maladie entraîne des pertes de rendement importantes des pertes de rendement dans les zones de culture du sorgho , tant en termes de quantité que de qualité. Zones de culture du sorgho , tant en termes de quantité que de qualité.

Les symptômes

de la maladie sont très variables et influencés par des facteurs environnementaux , le stade de développement de la plante et la variété de culture particulière (**Tesso et al., 2012**). les premiers symptômes sur les feuilles sont des lésions circulatoires, elliptiques ou allongées dont la couleur varie du violet au rouge au beige. Ces lésions typiquement ont avoir un centre pailleux entouré de marges brun rougeâtre à brun rougeâtre orangé .centre paille entouré de marges brun rougeâtre à brun rougeâtre orangé . Des acervules noires ressemblant à des soies sont fréquemment observé à l'intérieur des lésions (**Prom et al., 2016**). Les lésions se développent et se multiplient dans des conditions environnementales favorables , en particulier une humidité élevée environnementales

et fréquent, en particulier une humidité élevée et des pluies fréquentes , pour finalement fusionner pour couvrir une grande partie ou la totalité de la surface de la feuille .pluies, finissant par fusionner pour couvrir une grande partie ou la totalité de la surface des feuilles.

Exserohilum turcicum (Pass.)

Leonard et Suga est la cause du sorgho foliaire, l'une des maladies foliaires les plus importantes affectant la production de sorgho à l'échelle mondiale. Brûlure, l'une des maladies foliaires les plus importantes affectant la production de sorgho à l'échelle mondiale. Il s'agit un' polycyclique maladie plus fréquente dans les régions relativement fraîches et humides. qui est plus fréquent dans les zones relativement fraîches et humides . La principale source d'inoculum est le mycélium,

Symptômes

Les symptômes du mildiou foliaire commencent par' apparition de minuscules taches qui se développent plus tard évoluent dans vers des lésions longues et fines avec un centre brun et une bordure rouge foncé liseré. lésions longues et fines avec un centre brun et liseré rouge foncé bordure. Ces les lésions s'aggravent pendant la sporulation et deviennent nécrotiques environ deux semaines après l'infection. Par la suite, de multiples les lésions peuvent fusionner pour former de grandes zones nécrotiques sur zones la feuille sur la feuille et les feuilles .et les gains de feuilles . Dans des conditions climatiques favorables conditions climatiques, cette progression peut aboutir à un flétrissement complet des feuilles .cette progression peut aboutir à un flétrissement complet des feuilles .

Lutte culturale

La réduction de l' L'apparition de maladies est rendue possible par la rotation des cultures, l'utilisation de plantes non hôtes , le travail du sol en saison et l' élimination des débris végétaux infectés .l'élimination débris végétaux infectés . De plus, la culture de mélanges d'espèces peut contribuer à réduire la survie des maladies (**Barrera et Frederiksen, 1994**). combinaison du sorgho sensible avec du maïs ou un cultivar de sorgho résistant peut réduire considérablement la gravité des brûlures foliaires et de l'antracnose, la combinaison du sorgho sensible avec du maïs ou un cultivar de sorgho résistant peut réduire considérablement la gravité des brûlures foliaires et de l'antracnose.

Tache zonée des feuilles

de' une le plus maladies destructrices de sorgho est la tache zonée des feuilles , causée par *Gloeocercospora sorgho* Bain et Edenton .le sorgho est une tache zonée des feuilles , qui est causée par *Gloeocercospora sorgho* Bain et Edenton. Ce l'agent pathogène peut persister dans les grains infectés les céréales et le sol et pendant des années, constituant une menace persistante pour la culture. Le sol depuis des années, ce qui constitue une menace persistante pour la culture. les symptômes incluent typiques concentrique des

lésions annulaires annulaire sur les feuilles, souvent de couleur brune à rouge . Ces lésions peuvent fusionner et provoquer une chute prématurée du feuillage , ce qui diminue le rendement de la plante .Lésions sur les feuilles, souvent brunes à rouges . Ces lésions peuvent fusionner et provoquer une chute prématurée du feuillage , ce qui diminue le rendement de la plante

Symptômes

sur les feuilles inférieures , de minuscules lésions apparaissent d'abord . Elles deviennent progressivement devenir circulatoires ou prennent la forme d' une cible, évoluant vers des lésions plus grandes, plus pré-rouges ou brun foncé, avec deux à huit anneaux concentriques circulatoires ou prennent la forme d' une cible, évoluant vers des lésions plus grandes, plus pré-rouges ou brun foncé avec deux à huit anneaux concentriques .Des lésions semi-ovariennes peuvent apparaissent également le long marges longues des feuilles ou à proximité du nerf central .marges des feuilles ou proches du nerf central . À un stade avancé ,stade lésions rouges des lésions rouges accompagnées de taches noires ou brunes apparaissent sur les feuilles et les excroissances foliaires fusionnent, provoquant le flottement de toute la zone affectée .qui s'accompagnent de taches noires ou brunes apparaissent sur les feuilles et les excroissances foliaires fusionnent, provoquant le flottement de toute la zone affectée . En raison en raison de leur taille variable , certaines sont zonées lésions peuvent ne pas présenter l' aspect typique de la cible. Peut ne pas présenter l' aspect typique dans cible..

Lutte culturale

Un certain nombre de mesures culturelles mesures sont conseillés sont conseillées afin de réduire l' incidence de la maladie .afin de réduire l' incidence de la maladie . Éviter l'irrigation par aspersion est un bon moyen de réduire l' humidité foliaire , un facteur favorisant la croissance des agents pathogènes. Bon moyen de réduire l' humidité foliaire , qui est un facteur favorisant la croissance des agents pathogènes. La réduction de la quantité d' inoculum dans le sol est un autre avantage de la mise en œuvre de rotations culturales pendant au moins de rotations quatre ans. Pendant au moins quatre ans. Limiter la survie et la propagation de l' agent pathogène nécessitent également l' élimination nécessite également l' élimination des résidus culture et une hygiène stricte des emballages .résidus et hygiène stricte des emballages .

Tache grise sur les feuilles

l' agent causal de la tache grise, également connue sous le nom de tache foliaire rectangulaire ou Cercosporiose. La tache grise, également appelée tache foliaire rectangulaire ou cercosporiose, est une maladie foliaire causée par maladie Cercospora sorgho .Bien que considérée comme modérément importante , pensée la maladie se manifeste généralement tard dans le cycle de culture, généralement à maturité , et peut affecter la qualité et le rendement global en grains si les conditions de développement sont favorables' importance modérée , la maladie se manifeste généralement tard dans le cycle de culture , généralement au stade de maturité , et peut avoir un impact sur la

qualité et le rendement global des grains si les conditions de développement sont favorables.

Symptômes

Sur les infecté feuilles et les pousses foliaires feuilles, se forment de minuscules taches elliptiques , rouges ou violet foncé avec des centres bruns ou beiges .et des gains foliaires , de minuscules taches elliptiques , rouges ou violet foncé avec des centres bruns ou beiges , se forment. la maladie s'aggrave, ces taches s'allongent et une forte sporulation se forme, caractérisée par de grandes masses veloutées de spores sur les deux faces de la feuille. Dans certains cas, les lésions se réorganisent pour former des bandes longitudinales ou des taches irrégulières , donnant aux feuilles un aspect dégradé (**Odvody, 1986**). L' espèce *Cercospora*, *C. fusimaculans*, a été identifiée comme la cause des lésions scalariformes observées en Afrique, en Amérique du Sud , en Amérique centrale et en Amérique du Nord (**Wall et al., 1987**)

Gestion :

Le contrôle est essentiel à la prévention et à l'atténuation des maladies culturelles . La rotation des cultures, l'utilisation de cultivars sains ou résistants , la prévention de la surpopulation végétale , le maintien d'une hygiène stricte du champ et l'élimination des débris végétaux infectés réduisent considérablement la propagation des agents pathogènes .

Résistance de la plante hôte :

Un autre outil essentiel dans le traitement des maladies est la résistance génétique des plantes. L'outil essentiel dans le traitement des maladies est la résistance génétique plantes. **Frederiksen et Franklin (1980)** ont décrit le style résistance Par exemple , sur 725 lignées testées lignées' une épiphytie de tache grise sur des feuilles de sorgho au Nigéria en 1977, 18 se sont révélées indemnes de la maladie .testés lors d'une épiphytie de tache grise sur des feuilles de sorgho au Nigéria en 1977, 18 se sont révélés indemnes de la maladie . De plus , 19 dès le 2116lignées évaluées aux Philippines entre 1978 et 1979 lignées démontré un niveau élevé de résistance à *Cercospora sorgho* (**Dalmacio et al., 1981**).évalués aux Philippines entre 1978 et 1979 ont démontré un niveau élevé de résistance à *Cercospora sorgho* (**Dalmacio et al., 1981**) . Ces les résultats soulignent l' importance des variétés résistantes développement et de la sélection de variétés développement pour un contrôle efficace à long terme .et la sélection pour un contrôle efficace à long terme .

Symptômes

L' agent pathogène agent affecte la culture à chaque stade de croissance .impacte la culture à chaque étape de la croissance . Les premiers symptômes apparaissent sous forme de taches brunes et rougeâtres pustules sur les deux faces inférieures des feuilles , la moitié supérieure des feuilles étant plus gravement touchée que la moitié inférieure .les deux faces inférieures des feuilles , la moitié supérieure des feuilles étant plus

gravement affectée que la moitié inférieure . la maladie s'aggrave, l' infection se propage aux jeunes feuilles

Contrôle culturale

L'utilisation de semences saines et certifiées est essentielle pour réduire les sources d'inoculum initiales . pour réduire les sources d'inoculum initiales . Il a Il a été démontré que les semi-précoces réduisent l'exposition pendant les périodes propices à l'infection, ce qui permet d'éviter plus facilement les maladies (**White et al., 2014**). Pour empêcher la survie du pathogène survie et la propagation inter saisonnière et se propager, les résidus de culture infectés et les plantes hôtes indésirables comme *Oxalis corniculata* doivent être soigneusement éliminés et détruits. Entre les saisons, les résidus de culture infectés et les hôtes herbacés indésirables comme *Oxalis corniculata* doivent être soigneusement éliminés et détruits. **K. Anitha et al(2020)**

1.12.2 Carences nutritionnelles:

Carence en azote :

Symptômes : jaunissement de la feuille, débutant à l'extrémité du limbe et se développant autour de la nervure médiane

Carence en phosphore :

Symptômes : coloration rouge pourpre à la sommité et le long des bords de feuille, en particulier sur les jeunes plants

Carence en potassium :

Symptômes : jaunissement des extrémités de feuilles inférieures

Carence en magnésium :

Symptômes : lignes blanches jaunâtres entre les nervures, avec coloration grisâtre sur les feuilles inférieures

1.12.3 Effets des pesticides :

- L'utilisation excessive ou inappropriée d'insecticides, de fongicides et d'herbicides peut entraîner.
- Brûlures au sommet ou sur les bords des feuilles.
- Déformations des tissus végétaux.
- Dommages aux apex ou autres parties de la plante.

La source (www.fao.org)

Chapiter 2 :
Généralités sur le petite
pois

1 Généralité sur le pois

Le pois (***Pisum sativum L.***) fait partie des légumineuses les plus cultivées et consommées à l'échelle mondiale, notamment dans des pays comme le Canada, la France, la Chine, les États-Unis et la Russie. Il se distingue par sa richesse nutritionnelle, en particulier sa haute teneur en lysine. De plus, il représente une excellente source de peptides bioactifs, capables d'offrir des propriétés antioxydantes ainsi qu'une activité inhibitrice de l'enzyme de conversion de l'angiotensine I (ACE), contribuant ainsi à la santé cardiovasculaire(**ABDI.T; DIREM.H**) (**Burger et Zhang, 2019**)

1.1 Origine et historique du petit pois

Le petit pois (***Pisum sativum L.***) est une plante cultivée depuis des millénaires et joue un rôle important dans les recherches génétiques et physiologiques grâce à son cycle de vie court et sa grande diversité morphologique. C'est une espèce qui a été largement étudiée par les scientifiques.

Des traces archéologiques datant de 7 500 à 5 000 ans avant J.-C. ont été retrouvées dans des sites néolithiques, allant de la Grèce jusqu'à l'Irak. Ces vestiges témoignent de la présence de pois, qu'ils soient issus de la cueillette ou de formes déjà domestiquées. La domestication du petit pois aurait commencé il y a environ 8 000 ans dans la région du Croissant fertile, en parallèle avec d'autres cultures comme le blé, l'orge, la lentille et la vesce.

L'origine exacte de *Pisum sativum* reste incertaine, mais plusieurs régions sont considérées comme centres

FAO, l'Éthiopie et l'Asie de l'Ouest sont des centres majeurs de diversité génétique, avec des zones secondaires situées en Asie du Sud et autour du bassin méditerranéen (**Cousin et Bannerot, 1992 ; Brink et Belay, 2006**).

La culture du petit pois s'est ensuite propagée à travers l'Europe et l'Inde. Des preuves de sa présence ont été identifiées dans des sites comme Troie (vers 4 000 ans av. J.-C.), en Europe occidentale et en Inde (vers 2 000 ans av. J.-C.), ce qui montre sa large diffusion dans l'Ancien Monde (**BEN SALAIM. F 2019**).

1.2 Importance agronomique de la culture de pois

Dans des systèmes de culture durables, la culture du pois protéagineux présente des avantages spécifiques grâce à la qualité de ses produits, son faible impact environnemental et énergétique, ainsi qu'à son influence sur la gestion de systèmes agricoles écologiques. Le pois, d'une part, possède des traits intrinsèques avantageux comme la haute qualité protéique de ses graines pour les filières animales labellisées, une consommation réduite en eau et en énergie non renouvelable comparativement à d'autres cultures, et enfin, sa capacité à fixer l'azote de l'atmosphère.

En outre, l'intégration de pois dans les rotations de grandes cultures favorise la maîtrise des enjeux environnementaux associés à la fertilisation à base d'azote, tout en favorisant

une gestion équilibrée des nuisibles agricoles. Sa capacité à se passer de l'azote permet une baisse notable des émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, le pois se présente comme une option bénéfique pour la diversification des cultures, un aspect essentiel pour une meilleure préservation de l'environnement. Importance agronomique de la culture de pois en Algérie :

En Algérie, les légumineuses alimentaires les plus répandues en culture comprennent le pois (*Pisum sativum* L), le pois chiche (*Cicer arietinum* L), le haricot (*Phaseolus* L.) et la fève (*Vicia faba* L.). La culture des légumineuses alimentaires a reçu beaucoup d'attention de la part des services agricoles vise à accroître les surfaces cultivées et à perfectionner les niveaux de rendement, cependant, les résultats n'ont pas reflété l'intensité des efforts déployés (**Abdelguerfi, 2003**). La variété des cultures fourragères est assez restreinte. Parmi les espèces cultivées, le pois fourrager sert à nourrir le bétail, que ce soit en tant que fourrage vert ou sous forme de grains. Cette espèce a connu une progression significative durant les années 1980. A connu une baisse significative en termes d'usage. Il convient également de mentionner que le pois est souvent associé à des fourrages secs tels que le pois-avoine, le pois-triticales et le pois-orge. Bien que le genre *Pisum* soit fortement présent dans la flore algérienne, il apparaît que toutes les variétés cultivées ont été introduites. L'introduction du pois protéagineux est très récente et sa culture a été plutôt restreinte, en dépit de son importance stratégique (**Fao, (2006) (Guersse. kh & Harrat.I)**

1.3 Classification :

Règne : Plantae

Famille : Fabaceae

Espèce : *Pisum sativum* L

Les variétés de pois

Comme les haricots, les pois appartiennent à la famille Fabaceae

Il existe trois types principaux

1Pois nains ou demi-nain avec des grains lisses: «Provence douce»: variété douce, grains tendres, juteux et parfumés. Le semis est entre février et mai, ou en octobre-novembre pour une récolte d'avril à août. « Au début de mai » : la vieille variété hâtive produisant 6 à 7 grains par gousse. Usine de 70 cm nécessitant un tuteur. Semis en mars-avril, récolté en juin-juillet .

Pois à grains ridés: «**Karina**»: variété naine, très productive et tôt. Il donne des pois tendres au goût fondant. Semis de février à juin, récolte de mai à octobre. « Senator » : ancienne variété, rames ou demi-comics, offrant des gousses arquées contenant 6 à 7 grains ridés et sucrés, parfaits pour la congélation. Semis de mars à juin, récolte entre juillet et septembre .

Pa de la mangeoire (ou pois gourmet): «Carouby de Maussane»: mi-nue, plates et premières. Semis de février à mai pour une récolte de mai à juillet. Dans un climat doux, vous pouvez semer de septembre à novembre pour une récolte à la fin de l'hiver. « Weggiser » : vieille variété à croissance rapide, produisant de nombreuses petites gousses tendres. Nécessite un soutien. Fleurs violettes. Semis en mars-avril, récolté en juin-juillet. « Caroubel » : variété tardive très productive atteignant 1,10 m de hauteur, avec des gousses jaunes vertes.

1.4 Le développement végétatif et reproductif du pois (*Pisum sativum* L.)

Le cycle de développement du pois frais s'étend généralement entre 65 et 100 jours. Pour le pois sec, il faut compter environ 20 jours supplémentaires. Dans les régions à climat frais, ce cycle peut être rallongé (**Doorenbos & Kassam, 1987**).

Le développement du pois se divise en deux grandes phases : Cette phase commence dès la germination et se poursuit jusqu'à l'apparition des ramifications. Le pois présente une germination hypogée, ce qui signifie que les cotylédons restent enfouis dans le sol. Cette étape dure entre 15 et 25 jours (**Callum et al., 1997**).

1.4.1 Germination :

La croissance de la plante est liée au temps thermique, calculé par la somme des degrés-jours, c'est-à-dire la différence entre la température moyenne journalière et le seuil de croissance, fixé à 0°C pour le pois (Prat, 2007). La graine, exempte d'albumen, contient ses réserves nutritives dans les deux cotylédons.

Une fois enfouie dans le sol, la graine entame sa germination par la rupture des téguments. Les méristèmes embryonnaires deviennent actifs : le méristème apical racinaire allonge la radicule, tandis que le méristème apical caulinaire produit les premières feuilles sur un axe court (**Zaffran, 2000**).

1.4.2 Stade Végétatif :

Après la germination, le pois peut temporairement adopter une forme de rosette pour protéger les méristèmes du froid (hémicryptophytes). Puis les entre-nœuds s'allongent au printemps. Les bourgeons axillaires se développent, principalement à la base de la tige, après la libération de la domination apicale (**Doument, 2008**). La croissance des plantes ne s'arrête pas après la première apparition des bourgeons à fleurs. Cependant, la formation de fruits a tendance à ralentir la croissance des plantes, des fruits émergeant pour utiliser davantage de photosynthèse produits, affectant ainsi la croissance végétative de la plante (**Lawson, 2008**). REPRODUCTION DE LA PHASE : Cette étape commence par l'apparition de nœuds floraux. Les fleurs apparaissent dans les axes foliaires, portés sur des pédoncules de longueurs variables. Une à deux fleurs sont généralement observées, rarement trois, par pédoncule. (**Krawczak, 1999**).

1.4.3 Floraison:

Le début de la floraison est une phase clé dans la culture du pois. Elle marque le passage à la phase reproductive. On considère que la floraison commence lorsque 50 % des tiges

portent au moins une fleur bien ouverte (Jolain et al., 2005). Environ 45 jours séparent le semis de la floraison (Yves, 2006). La pollinisation est majoritairement autogame et se produit avant l'épanouissement complet des fleurs (Griffiths et al., 2002).

1.4.4 Formation des gousses et des graines :

Le fruit du pois est une gousse à deux valves, mesurant entre 4,5 et 8 cm de long et contenant en moyenne 2 à 5 graines. La formation des premières gousses n'est pas toujours issue des premières fleurs. L'apparition des gousses se produit généralement 10 à 15 jours après le début de la floraison (Rihane, 2005). La maturité physiologique est atteinte lorsque les graines cessent leur remplissage. La teneur en eau des graines est un bon indicateur de cette étape. (MOUHOUBI. D et HAMADOU. M 2019).

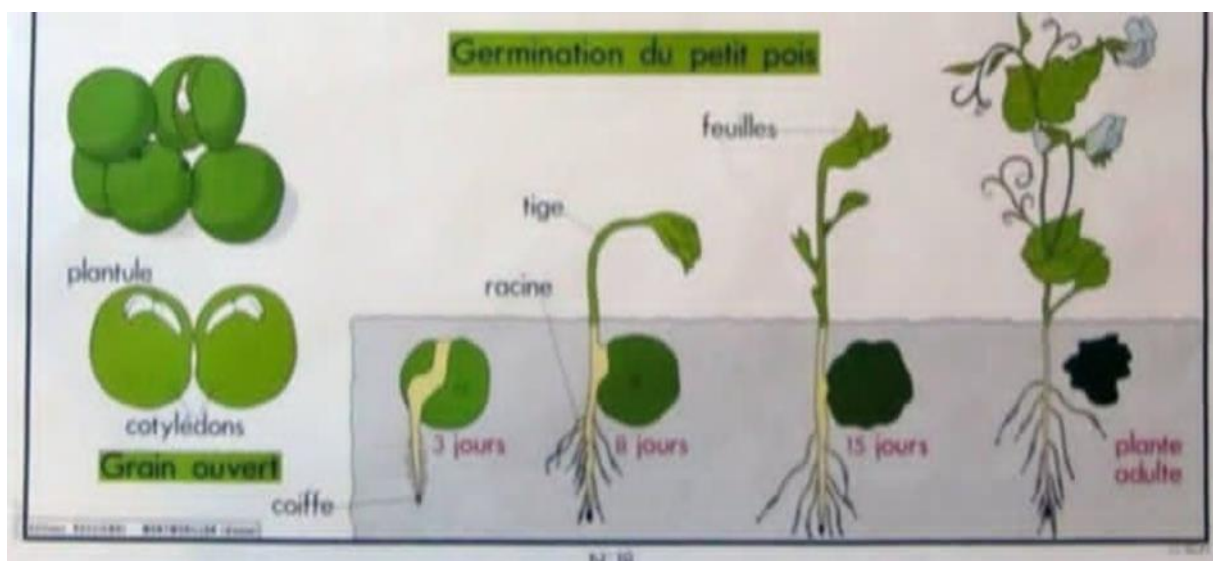


Figure (02) : le cycle développement de petit pois

1.5 Caractéristiques botaniques :

Sur le plan botanique, il est décrit comme une plante annuelle, autogame, herbacée. La Plante est dotée d'un système racinaire à pivot, relativement peu développé et à racines Secondaires, tertiaires et même quaternaires pouvant atteindre une profondeur d'un mètre dans des Conditions de sol favorables, mais cependant très ramifié, surtout dans la couche superficielle du Sol. Ses feuilles sont alternes et se composées d'une à quatre paires de folioles sessiles, opposées et Terminées par une vrille simple ou ramifiée. Les fleurs sont blanches, longues de 3 à 4 cm (Aubineau et al., 2002). Ces dernières donnent des gousses allongées et renflées, remplies de Graines rondes.

1.6 Les exigences de petite pois

Le climat

Le pois préfère un climat tempéré et humide, tandis que la sécheresse a un effet négatif sur sa croissance. Les températures idéales varient entre 21°C et 29°C durant la journée,

et entre 15°C et 21°C pendant la nuit. Cette plante ne pousse pas bien à l'ombre et ne tolère pas les températures inférieures à -6°C (Varshney, 2011).

L'eau

Bien que le pois ait une certaine tolérance à la sécheresse, il est sensible à l'excès d'humidité. Il peut être cultivé en irrigué ou en sec, à condition que les précipitations dépassent 350 mm par an. Les besoins hydriques sont particulièrement élevés à partir de la floraison, notamment durant la période de remplissage des gousses (Ferdous, 2015).

Lumière :

Le pois est une plante qui a besoin de la pleine lumière pour accomplir son cycle végétatif

Type de sole

Les pois prospèrent dans des sols légers, frais et bien drainés. Dans les sols calcaires, sa croissance est faible et les graines deviennent difficiles. Dans les sols argileux, il résiste mal des gelées tardives et des risques pourris dans des sols trop lourds. Les sols silico-claakey et argile-limestone sont les plus favorables, offrant de bons rendements. Le pH optimal du sol se situe entre 6 et 6,6. (Ferdaous, 2015).(Guersses kh et Harrat I. 2018).

1.7 La conduite de la culture de petit pois

1.7.1 Période de semis

En climat doux, semez les petits pois à grains lisses dès l'automne (octobre-novembre) pour une récolte hâtive.

En climat plus froid, semez au début du printemps, de février à avril pour les variétés à grains ronds, et jusqu'en juin pour les variétés à grains ridés

Le semis en pleine terre se fait généralement de mars à juin, lorsque le sol est suffisamment réchauffé pour éviter que les graines ne pourrissent.

1.7.2 Choix de l'emplacement et préparation du sol

Choisissez un emplacement ensoleillé à mi-ombre, avec un sol bien drainé, travaillé, ameubli et aéré.

Apportez du compost ou du fumier bien décomposé avant le semis pour enrichir le sol et favoriser la germination.

Éliminez les cailloux et racines gênantes, nivelez la terre et tracez des sillons de 5 à 8 cm de profondeur, espacés de 40 à 70 cm selon la variété (plus large pour les pois à rames).

1.7.3 Techniques de semis

Semis en ligne : déposez une graine tous les 2-5 cm dans le sillon, puis éclaircissez pour garder un plant tous les 20-30 cm.

Semis en poquets : regroupez 4 à 6 graines tous les 20-30 cm, ne conservez que le plant le plus vigoureux par poquet.

Enterrez les graines à environ 1,5 à 3 cm de profondeur, plus profond (jusqu'à 6 cm) pour les semis d'automne.

1.7.4 Entretien après semis

Arrosez régulièrement pour maintenir le sol humide jusqu'à la germination, qui intervient en 1 à 3 semaines.

Buttez les rangs environ 3 semaines après la levée pour renforcer les racines et stabiliser les plants.

Installez des tuteurs ou un filet à ramer dès que les plants atteignent 10-20 cm pour les variétés grimpantes, afin d'éviter qu'ils ne se couchent

1.8 Rotation et l'assolement de petit pois

Le pois s'intègre parfaitement dans la phase de rotation d'une culture, dans la mesure où ils respectent l'intervalle de 5 ans avant de le replanter au même endroit. Cette légumineuse a l'avantage d'être naturellement prête à enrichir le sol d'azote, donc très utile dans l'intermédiaire entre les espèces ayant des besoins en azote relativement faibles, tels que l'ail ou l'oignon, et les soi-disant principaux légumes d'azote, tels que la laitue ou les épinards. Virginia Pae est une bonne association de légumineuses avec des légumes tels que la carotte, le céleri, le chou, la laitue, le navet ou le radis ; Cependant, les pois végétaux ne sont pas recommandés d'être cultivés dans la même zone que l'ail, l'échalote, l'oignon, le persil, le poireau ou les tomates .

1.9 Intérêt du pois

Le pois est une légumineuse avec de nombreux intérêts nutritionnels, agronomiques et écologiques. D'un point de vue nutritionnel, il s'agit d'une riche source d'amidon digestible (environ 50%), de sucres solubles (5%), de fibres, de minéraux, de vitamines et de protéines. Il peut être consommé frais ou sous forme de grains secs à la maturité des récoltes. Du point de vue agronomique, le pois est une excellente tête de rotation. Grâce à sa capacité à azogénaliser l'azote atmosphérique au moyen des bactéries symbiotiques de son système racinaire (en particulier les azotobacteurs), il contribue au sol d'azote du sol (30 à 50 kg / ha selon Boyeldiou, 1991), ce qui rend possible la réduction de la consommation d'engrais en azoté (Androsoff et al. Contamination. Au niveau environnemental, le pois est inclus dans une agriculture plus respectueuse de l'environnement. Il est également riche en bienfaits pour la santé, notamment le coumestrol, un polyphénol dont les propriétés anti-cancer de Stomach ont récemment été mises en évidence (**Hernandez-Ramirez et al., 2009**). (**BEN SALAIM. F 2019**).

1.10 Fertilisation de pois

Fumure organique : 20 t ha (Épandage 3 mois avant plantation.)

Fumure minérale : 30 unités de N / ha.

unités de P / ha 90 .

120 unités de K / ha (de préférence lors du roulage avant semis)

1.11 Maladies et parasites

Oïdium

Symptômes : Apparition d'un feutrage blanc poudreux sur les feuilles, les tiges et les gousses. Les feuilles atteintes peuvent jaunir et se dessécher.

Conditions favorables : Humidité élevée et températures modérées.

Traiter l'oïdium

Anthraxose :

Symptômes : Taches brunes à noires sur les feuilles, les tiges et les gousses, souvent entourées d'une auréole plus claire. Les lésions peuvent s'élargir et fusionner.

Conditions favorables : Températures fraîches et humidité élevée.

Traiter l'Anthraxose

Pourriture des racines :

Symptômes : Racines brunes et pourrissantes, croissance ralentie, feuilles jaunissantes et se flétrissant. Parfois, la plante peut mourir.

Conditions favorables : Sols mal drainés et conditions humides.

Solution : Espacer les arrosages, améliorer le drainage du sol

Rouille : Cause : Champignon *Uromyces pisi*.

Symptômes : Petits points orange à bruns sur les feuilles, les tiges et les gousses, qui évoluent en pustules remplies de spores.

Conditions favorables : Températures modérées et humidité élevée. Traiter la rouille.

Mildiou : Symptômes : Taches jaunâtres à brunes sur les feuilles, avec un duvet gris-violet sur la face inférieure. Les tiges peuvent également être affectées.

Conditions favorables : Temps frais et humide.

Traiter le mildiou

.Fonte des semis : champignons du sol comme le *Pythium* et la *Rhizoctonia*.
Symptômes : germination retardée ou non-germination, pourrir les semis à la base

conduisant à leur chute et à leur mort. Conditions favorables : sols froids, mal drainés et humides. Eviter La Fonte des Semis

Botrytis(Pourriture grise) : l'apparition d'un grisâtre sur les parties aériennes des plantes, suivie d'une nécrose tissulaire. Les pods pourraient également être infectés. Conditions favorables : humidité élevée et faibles températures. Traiter Le Botrytis.

Les oiseaux : aiment les graines de *Pisum sativum* et il est préférable de mettre en place un filet avant de savoir que votre récolte est détruite en rien la plupart du temps.

1.12 Les ravageurs de petit pois :

Les ravageurs de petits pois	Les symptômes	Les moyens de lutes
1) La cécidomyi	Contarinia pisi est un diptère se développent dans les fleurs et injectent une substance toxique qui entraîne la formation de « galles ». Les boutons floraux gonflent, se dessèchent et avortent.	Éviter de semer des pois à proximité de parcelles fortement infestées au cours des 2 années précédentes. -Se référer aux avertissements locaux, et les compléter par l'observation dans les parcelles au stade boutons floraux. On parvient à voir les femelles en pinçant les boutons verts encore enserrés dans les stipules puis en l'ouvrant doucement. L'idéal est d'inspecter 5 fois 5 plantes à suivre en bordure de parcelle. -La lutte insecticide vise les adultes avant qu'ils ne pondent : dès le début du vol, en fin de journée, avec un volume de bouillie important. Renouveler éventuellement la protection si le vol se prolonge.
2) Les limaces Grises	Leurs piqures des feuilles et stipules provoquent un affaiblissement des tiges piquées, coulures de fleurs et avortements de gousses, déformations de gousses	Les nombreux ennemis naturels des pucerons (syrphes, coccinelles, champignons pathogènes, parasites...) permettent de limiter les faibles colonisations (quelques individus par plante). Les traitements avec des picidés stricts se justifient en cas de pullulations (30 pucerons/tige ou plus) ou si la transmission de virus est suspectée.
4) Le sitone	Sitona lineatus est un petit coléoptère qui dévore le limbe des feuilles en faisant des encoches semi-circulaires sur le bord et dont la larve ronge les racines et les nodosités, affaiblissant ainsi les plantes	La meilleure protection passe par le traitement des semences lorsqu'il existe. Les traitements insecticides en végétation sont moins efficaces et ne contrôlent pas les larves responsables des principaux dégâts (seuil d'intervention = 5 encoches/plante)
5) Le thrips du pois	Ce sont de minuscules insectes piqueurs (taille de 1 mm) qui attaquent les fleurs et les gousses et dont les larves se développent dans les gousses. Elles provoquent dessèchement et rabougrissement des plantes	La lutte la plus efficace passe par le traitement de semences.
6) La tordeuse	Se manifeste par sa chenille jaunâtre à tête noire d'environ 15 mm et qui vit dans les grains rendant les pois véreux et peut en dévorer plusieurs successive.	Se référer aux avertissements locaux, réalisés grâce à des réseaux de piégeage. -Traitement avec une Pyréthriinoïde à la dose d'usage tordeuse, à réaliser tard le soir ou tôt le matin avec un fort volume de bouillie. Viser la chenille baladeuse

Tableau (02) : les ravageurs de petit pois.

1.13 Récolte :

Le pois mangetout et les petits pois Nous pouvons commencer la récolte du pois mangetout et des petits pois 8 à 12 semaines après le semis, alors que pour le pois sec, il faut compter un mois supplémentaire. Les gousses de mangetout sont récoltées manuellement tous les deux jours pendant une période de 15 à 20 jours. La récolte des petits pois se fait soit manuellement, soit mécaniquement, comme dans le cas d'une production à grande échelle destinée aux usines de conserves. Une récolte des pois secs est à risque si faite trop tard, car cela engendre la chute et décomposition des gousses ainsi que l'égrenage. Il est par conséquent essentiel d'opter pour le moment optimal de récolte : Peu à peu, en Afrique, lors de la saison sèche, la récolte et l'humidité peuvent se contrôler et obtenir un faible taux d'humidité. On observe qu'avec la majorité des variétés de pois secs, il existe un rendement maximal pour l'humidité. Le dessiccateur peut délivrer en sortie une humidité de 16 à 18 % la plupart du temps. C'est à l'instant où les parapluies jaunes se fleurissent que la gousse commence à se rendre, car au cours de cela, il est pliant à essayer d'illuminer. La plupart des régions de l'Afrique n'ont pas souvent tout au long de l'année un risque d'incendie, ce qui les amène à se faire un plaisir de se libérer d'où. Cette oscillation thermique paraît inférieure à 10 degrés à première vue. En effet, c'étaient le temps durant deux heures les enfants. Dans de nombreuses régions d'Afrique, y compris en Éthiopie, la récolte des pois secs se fait avec une faucille. Ensuite, le produit est amené à une zone de battage où il est empilé pour être séché au soleil pendant quelques jours. Plus tard, ce tas est étalé sur la surface et le battage se fait généralement en le frappant avec des bâtons ou en le piétinant avec des animaux domestiques.

Chapitre 3 :L'Association des céréales et de légumineuses

1 Les cultures associées

Depuis plusieurs décennies, l'évolution de l'agriculture dans un certain nombre de régions de grande culture et d'élevage s'est fortement marquée, par la simplification des aménagements accompagné d'un usage accru des intrants et de la standardisation des itinéraires techniques. Le problème est ensuite de créer des agroécosystèmes plus variés en termes de gestion écologique des territoires cultivés, qui se traduisent par une augmentation de la productivité et une stabilité des systèmes sous diverses incertitudes et fourniture de divers services écosystémiques. Ce projet a pour objectif l'augmentation de la diversité cultivée dans la parcelle à travers des associations de céréales et de légumineuses. Il a mis en évidence la diversité des services associés on peut s'attendre dans l'agriculture biologique et dans l'agriculture conventionnelle, (**Guenaelle Corre-Hellou, Laurent Bedoussac, et al, 2013**).

1.1 Définition de l'association des céréales et des légumineuses

La pratique consistant à cultiver simultanément au moins deux espèces végétales sur une même parcelle est appelée « associations de cultures de céréales et de légumineuses » (pois protéagineux, le maïs, haricots, lentilles, lupin, etc.). (**Poster,2011**)

L'associations est comme la coexistence d'au moins deux espèces différentes sur la même surface pendant une période critique de développement (**WILLEY, 1979**). De nombreuses études ont montré que ces cultures avaient des intérêts des facteurs tels que des niveaux de productivité élevés et des niveaux de productivité stables (tant en termes de quantité que de qualité), une utilisation moindre de pesticides, la préservation de la biodiversité et une moindre érosion des sols. (Tant en termes de quantité que de qualité), moins d'utilisation de pesticides, préservation de la biodiversité et moins d'érosion des sols (**Malezieux et al., 2009**).

1.2 Les types de la culture associations

L'association de cultures implique la culture de plusieurs espèces végétales sur un même terrain. Elle peut impliquer plusieurs combinaisons

Les plantes annuelles avec des plantes annuelles par exemple : **Blé + Lentilles**

Les plantes annuelles avec des plantes pérennes par exemple : **oliviers+ blé**.

Il existe quatre grands types de cultures associées

Cultures associées en sillons : Il s'agit d'un système où deux cultures ou plus sont semées ensemble en rangées régulières. Les cultures peuvent être plantées dans la même rangée ou alternativement avec la culture de base.

Cultures associées en vrac : Dans ce cas, les cultures sont semées ensemble à la fois sans aucun ordre évident. Cette espèce d'association est souvent utilisée pour la combinaison des légumineuses avec des cultures fourragères.

Cultures associées en bandes : Cette méthode consiste à cultiver deux espèces ou plus en bandes parallèles. Les bandes sont assez larges pour permettre une culture autonome, mais assez étroites pour favoriser les interactions bénéfiques entre les plantes.

Cultures associées en relais : Ici, la deuxième culture est semée après que la première ait arrêté de fleurir, mais avant qu'elle n'atteigne sa maturité. Cela permet d'optimiser l'utilisation de l'espace et du temps de culture.

Ghandari et Lee(2003). Eskandari et al(2012).

1.3 Les effets des céréales et de légumineuses

La culture bilatérale de céréales et de légumineuses possède de nombreux avantages agronomiques, économiques et environnementaux.

Les effets agronomiques

Fixation biologique de l'azote : Les légumineuses possèdent la capacité unique de fixer l'azote atmosphérique grâce à une symbiose avec les bactéries du genre *Rhizobium*, présentes dans leurs racines. Ce processus enrichit naturellement le sol en azote, un élément essentiel pour la croissance des plantes, et bénéficie directement aux céréales cultivées à leurs côtés, qui ne fixent pas cet élément par elles-mêmes.

Complémentarité dans l'exploitation des ressources : La synergie entre légumineuses et céréales permet une exploitation plus complémentaire et optimale des ressources du sol, notamment à l'égard des nutriments. Cela réduit la compétition entre espèces et préconise une meilleure absorption globale.

Fertilité du sol : Les légumineuses enrichissent le sol en nutriments, améliorent sa structure et favorisent la vie microbienne. Cela diminue l'emploi d'engrais azotés pour les futures cultures tout en prolongeant la durée de vie des systèmes agricoles.

Réduction le maladies, ravageurs et adventices : La culture associative permet d'augmenter la diversité des espèces présentes dans le champ, ce qui favorise la rupture des cycles de développement des maladies et ravageurs particuliers. Elle favorise également une meilleure maîtrise des aventures par occupation plus complète du sol.

Effets sur la production : En situation de fertilisation limitée, la culture associée est capable de perpétuer, voire de réaméliorer les productions des céréales. Elle optimise l'exploitation des intrants et élimine la demande en engrais minéral tout en garantissant une productivité durable.

Les effets économiques et environnementaux

Réduction des coûts d'engrais : La fonction de fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses signifie que les cultures complémentaires ont besoin d'engrais azotés moins important. Cela contribue non seulement à réduire les coûts de production pour les agriculteurs, mais également à réduire l'empreinte carbone liée à la production et à l'utilisation des engrais chimiques.

Atténuation du changement climatique : En limitant l'usage des engrais synthétiques, il y a une réduction de gaz à effet de serre. En plus, les systèmes de culture associés servent à la séquestration du carbone dans les sols, faisant d'elle une arme dans l'atténuation du changement climatique.

Amélioration des revenus et de la sécurité alimentaire : Dans la majeure partie des pays, la combinaison de légumineuses et de céréales a contribué à renforcer les productivités des petites fermes. Le système de culture durable renforce la sécurité alimentaire et procure un plus gros revenu aux petits exploitants, principalement dans les zones à forte vulnérabilité

Les effets nutritionnels

L'association des légumineuses et des céréales présente une complémentarité nutritionnellement exceptionnelle. Sur le plan alimentaire, ce couple d'aliments permet la réunion, alimentairement, d'un profil protéique complet. Les acides aminés essentiels dont les céréales manquent du fait de leur contenu limité (telle la lysine) sont prélevés dans une proportion à peu près satisfaisante par les légumineuses et ces dernières bénéficient des acides aminés abondants dans les céréales (telle la méthionine). Cette synergie bénéficie d'autant plus aux demandes en santé humaine, en particulier dans des régimes végétaliens ou végétariens.

Finalement, la culture en commune des légumineuses et des céréales n'a pas seulement des valeurs positives à l'échelle agronomique – l'augmentation de la fertilité du sol, l'économie d'intrants chimiques, et une agriculture durable – mais elle se répercute également dans des gains nutritionnels significatifs pour la sécurité alimentaire.

Partie 2

Matériel et Méthodes

1. Localisation de site expérimental

L'essai s'est déroulé au sein de la serre pédagogique de l'université de 20 Aout 1955 Skikda ($36^{\circ}51'06.1''N$, $6^{\circ}53'26.7''$) El Hadayke Ces serres sont menées des équipements spécifiques qui forment un microclimat à l'intérieur de ces serres pédagogique



Figure (03) : la stations de notre étude.(photo personnalité)

2 Matériel végétal

Semences de maïs *Zea mays. L.*, Pureté 100%, Il est d'origine égyptienne. Le jour de 29 janvier 2025 , nous avons fait le processus de germination de 50 semences se maïs, de sorte que le taux de germination était de 100%.

Semences de pois *Pisum sativum .L* , nous avons fait le processus de germination de 50 semences de pois de faculté germinative est de 98%.

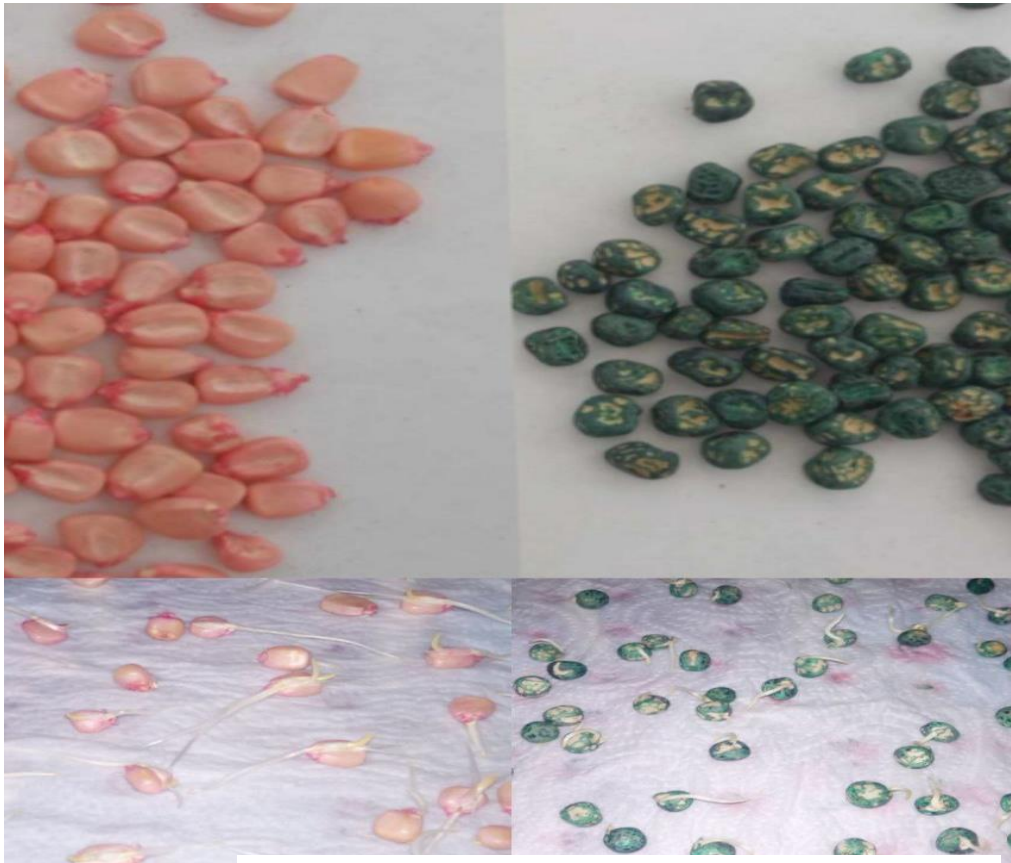


Figure (04):Germination et semi de pois et maïs.

Substrat: tourbe spéciale pépinière

Matériel de mesure

- Ruban métrique
- Pied à coulisse (diamètre)

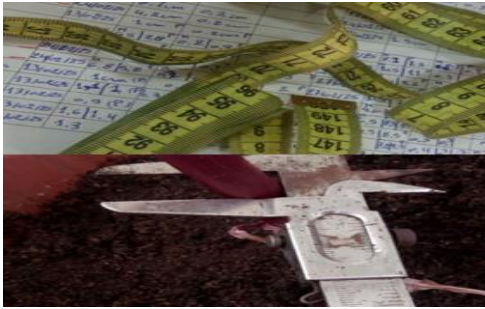


Figure (05) : Ruban métrisé et Pied à coulisse (diamètre).



Figure (06): le pote

3 Méthodes

3.1 Préparation du substrat et semis

Dans un pot de 16,5 cm de long et 18,7 cm de large, nous mettons le sol d'une taille de 13 cm, puis dans la première expérience, une graine de maïs a été plantée et la deuxième expérience a été plantée avec une graine de pois d'une profondeur de 4 cm et répétée toutes les 5 fois. Dans la troisième expérience, deux graines différentes ont été plantées dans le même pot (maïs + pois) à une profondeur de 4 cm et à 4 cm l'une de l'autre.

Dans la quatrième et dernière expérience, deux graines de pois et une graine de maïs ont été plantées à une profondeur de 4 cm et à 4 cm de distance et chacune d'entre elles a également été répétée 5 fois.

Ces opérations ont été réalisées à partir du 05/02/2025 jusqu'au 08/05/2025, soit un cycle de plantation sur une période d'environ 12 semaines.

3.2 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental choisi pour notre essai est dispositif en randomisation totale de quatre traitements et de 5 répétitions

Tableau (03) : les traitements

Traitement 1	Mais
Traitement 2	Pois
Traitement 3	Pois+ Mais
Traitement 4	2 Pois+ Mais



Figure (07):les traitements

3.3 Les paramètres étude

Pour connaître l'effet de cette agriculture hybride, nous avons étudié les mesures suivantes

1. La hauteur de tige.
2. Le diamètre de tige.
3. Le nombre de feuilles
4. Nombre des fleurs.
5. Nombre de graine.

3.4 Analyse statistique des données

Les logiciels EXCEL et XLSTAT (2025) ont été utilisés pour le traitement statistique des

Données. Les données ont été saisies à l'aide de EXCEL et analysées avec XLSTAT.

3.5 Présentation des résultats

Les résultats de la première et de la seconde récolte sont présentés sous forme de tableaux.

Les résultats sont été présentés également sous forme des courbes et des colonnes graphiques pour les comparaisons des récoltes.

Résultats et discussion

1 Caractéristiques physico-chimiques du substrat de culture

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques physiques et chimiques du sol de type tourbe, telles qu'adoptées dans le cadre de l'étude expérimentale de notre mémoire

Tableau (04) : les substrats de culture

Type de sol	pH	Capacité en eau à pF =1 app.ml/l	Matières organiques du produit brut app %	Conductivité, mS/m	Masse vol. apparente sèche app. g/l
tourbe	6	775	32	20	80

1.Effet de l'association maïs /pois sur la croissance en hauteur des plants

1.1 Chez le maïs

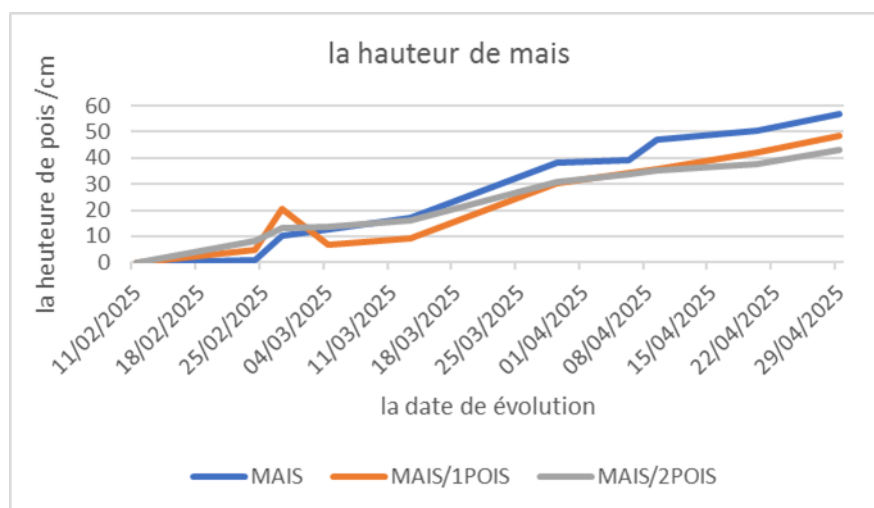


Figure (08) : Evolution de la hauteur de tige chez le maïs (en cm) en fonction du temps

Ces résultats peuvent être expliqués par le phénomène de la compétition végétale, car la culture intercalée entraîne une concurrence pour les ressources naturelles (eau, lumière et éléments minéraux). Bien que les pois soient des légumineuses fixatrices d'azote, ils peuvent entraver la croissance végétative du maïs en raison de la concurrence.

Ces résultats indiquent que la monoculture du maïs offre des conditions idéales pour la croissance verticale due à l'absence de compétition.

tableau (05) :descriptives hauteur de tige de maïs.

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
1	5	56,8000	8,92749	3,99249	45,7151	67,8849
2	5	45,4000	8,20366	3,66879	35,2138	55,5862
3	5	43,2000	5,76194	2,57682	36,0456	50,3544
Total	15	48,4667	9,46321	2,44339	43,2261	53,7072

Le suivi de l'évolution de la hauteur des plants de maïs (*Zea mays* L.) (pendant la période de croissance allant du 11 février au 29 avril 2025 (figure8.) , sous différents systèmes agricoles : monoculture de maïs, culture associée au pois (*Pisum sativum*) Dans les premières semaines de la culture, du 11 février au 24 février, la croissance était faible dans tous les traitements, ce qui est normal à ce stade initial de croissance et au début de la croissance végétative.

Le 24 février, une augmentation soudaine a été observée chez le traitement 2 (maïs et 1 pois), ce qui peut être expliqué par des conditions environnementales temporaires favorables (humidité, température et sol). Après cette période, en particulier à partir de la mi-mars, la culture monoculture de maïs a enregistré le taux de croissance le plus élevé par rapport aux autres traitements, et l'écart a continué à augmenter au cours de **la dernière semaine**.

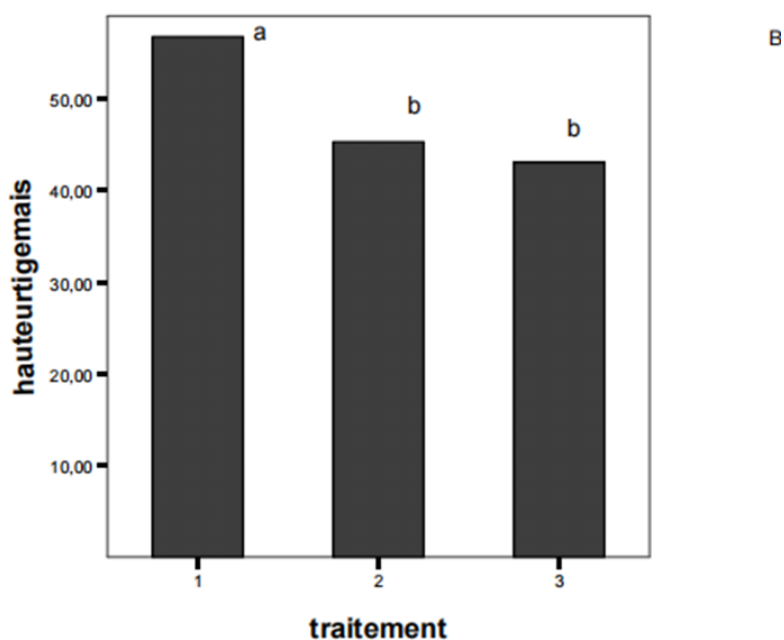
Tableau (06) : effet de l'association culturale sur la hauteur de tige chez les maïs.

Descriptives

hauteur tige maïs

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	5	56,8000	8,92749	3,99249	45,7151	67,8849	48,00	70,00
2	5	45,4000	8,20366	3,66879	35,2138	55,5862	41,00	60,00
3	5	43,2000	5,76194	2,57682	36,0456	50,3544	35,00	50,00
Total	15	48,4667	9,46321	2,44339	43,2261	53,7072	35,00	70,00

L'analyse statistique (Anova) révèle un effet significatif de l'association culturale sur la hauteur des plants de maïs, le test de Tukey montre une différence significative entre les traitements A (culture pure de maïs) et le traitement C (association maïs /2pois), par contre le test LSD (Les significative différence) montre que le traitement A est différent significativement des traitements B (association maïs /1 pois) et C (association maïs /2pois)



Figure(09) : effet de l'association culturale maïs /pois sur la hauteur des tiges de maïs

(1 : maïs seul, 2 : maïs/1pois (1 :1), maïs/2pois (1:2))

1.2 Chez le pois

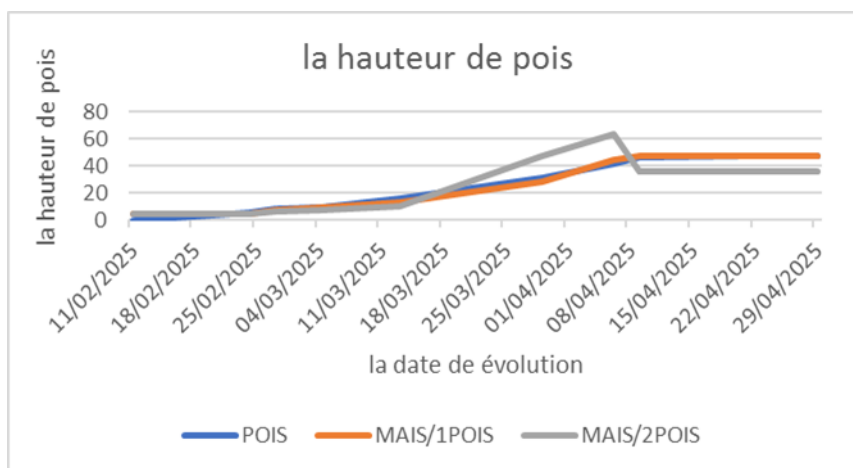


Figure (10) : évolution de la croissance en hauteur (en cm) des plants chez le pois (Pisum sativum) en fonction du temps.

Résultats et discussions

Ces données ont été collectées pour suivre l'évolution de la hauteur de tige chez le pois pendant une période de croissance prolongée du 11 février au 29 avril, soit environ 10 semaines, sous différents systèmes agricoles : culture monoculture de pois, culture associée au maïs (avec ses deux modalités). Dans les premières semaines de la culture, entre le 11 février et le 24, la croissance était faible pour tous les traitements, ce qui est normal à ce stade de développement.

Le 11 mars, nous avons constaté une amélioration notable de la longueur de tous les traitements, la modalité maïs + 2 pois ayant enregistré la plus grande longueur, tandis que la courbe b commence à montrer son efficacité et est également proche de la courbe a.

Le 18 mars, tous les traitements ont montré des augmentations significatives et une tendance à la hausse continue, où la courbe (c) a maintenu sa supériorité évidente.

Le 8 avril, la courbe (c) a atteint un sommet supérieur à celui des courbes (a) et (b), mais elle a formé une différence avec la courbe (c).

Et à la dernière étape, la plante a atteint sa longueur maximale, où (a) et (c) ont atteint 5 cm, ce qui constitue une grande différence confirmant l'efficacité du système de culture intercalée.

les résultats ont montré que le traitement A' (pois), qui représente le système de culture associée des pois avec le maïs, a enregistré le taux le plus élevé de longueur des plantes pendant toutes les périodes d'observation. La hauteur des plants de pois dans ce traitement a atteint 27 cm à la fin de la période (25 avril), contre 26 cm dans le traitement B (pois + maïs), et seulement 22 cm dans le traitement témoin C (2 pois + maïs).

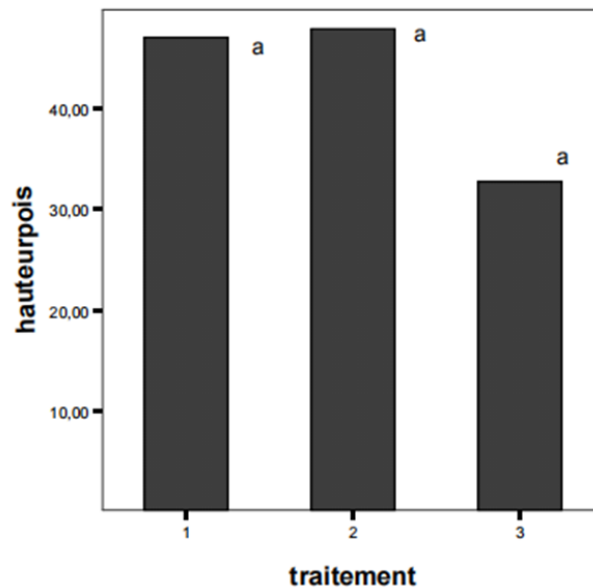
Tableau (07) : effet de l'association culturale sur la hauteur de tige chez le pois.

hauteurpois

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
1	5	47,2000	16,76902	7,49933	26,3785	68,0215
2	5	48,0000	6,67083	2,98329	39,7171	56,2829
3	5	32,8000	15,08559	6,74648	14,0688	51,5312
Total	15	42,6667	14,50328	3,74473	34,6350	50,6983

Il a été démontré que le système de culture intercalaire tel qu'appliqué dans le traitement A' (pois) contribue de manière significative à l'amélioration de la croissance en hauteur des plants de pois. Cette supériorité reflète l'interaction positive entre les deux cultures (pois et maïs), et pourrait être due à l'amélioration de la structure du sol, à l'ombre fournie par le maïs, ou à une meilleure fixation de l'azote.

l'analyse statistique ne révèle pas un effet significatif de l'association culturale maïs/pois sur la hauteur des plants de pois.



Figure(11) : effet de l'association culturale maïs /pois sur la hauteur des tiges de pois

2 Effet de l'association maïs/pois sur la croissance du diamètre des plants

2.1 Chez le maïs

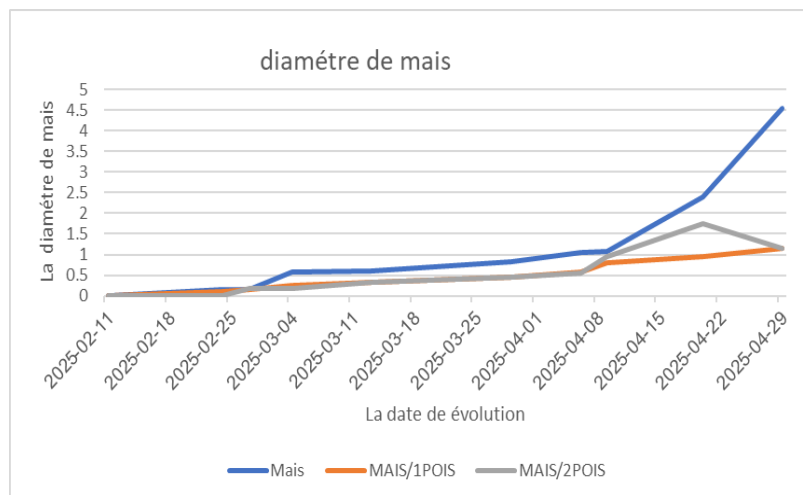


Figure (12) : Evolution du diamètre du maïs en fonction du temps

Le suivi de la croissance du diamètre des plants de maïs sous les différentes modalités étudiées de systèmes de culture (monoculture, et en association) (figure09)

Du 11 février au 25 février, nous avons observé une diminution de la largeur de la plante de maïs dans toutes les traitements, où des valeurs basses ont été enregistrées, reflétant

Résultats et discussions

la phase initiale de sa croissance, alors que du 26 février au 4 avril, nous avons observé une légère augmentation de l'offre, en particulier dans le traitement A, ce qui indique le début de l'activité végétative et l'apparition des feuilles. Cette croissance reste lente en raison du fait que la plante est en phase d'adaptation à l'environnement.

Au 5 avril, les toute dernière transactions indiquent un accroissement énorme de l'offre, où on note que la courbe A est supérieure à la courbe B. Celui-ci se produit en vertu de l'amélioration des conditions de croissance (températures, éclairage.). C'est pourquoi il a été possible d'intensifier l'activité cellulaire et de renforcer la taille des feuilles et des tiges .

Le 8 avril, nous observons une très grande amélioration de la présentation, surtout chez A et B, ce qui signifie que la plante entre dans une phase active de développement.

Le 15 avril, nous observons que la largeur de la plante est maximale, plus spécifiquement dans le traitement A, qui enregistre la valeur la plus élevée, suivie de B et ensuite C. Cela indique l'efficacité du traitement A dans la promotion de la croissance latérale.

Du 22 avril au 29 avril, nous observons une certaine lenteur et stagnation dans la croissance latérale de toutes les transactions, ce qui indique que la plante entre dans la phase préfloraison

Tableau (08) : descriptives hauteur de tige de pois

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
diamètretiges	1	5	4,5400	,45607	,20396
	2	5	1,1600	,20736	,09274
	3	5	1,2600	1,21778	,54461
	Total	15	2,3200	1,77128	,45734

Tableau (09) : effet de l'association culturale maïs/pois sur le diamètre de tige de maïs

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
diamètretiges	1	5	4,5400	,45607	,20396
	2	5	1,1600	,20736	,09274
	3	5	1,2600	1,21778	,54461
	Total	15	2,3200	1,77128	,45734

L'analyse statistique (Anova) révèle un effet significatif de l'association culturale sur la hauteur des plants de maïs, le test de Tukey montre une différence significative entre les traitements A (culture pure de maïs) et le traitement C (association maïs /2pois), par contre le test LSD (Les significative différence) montre que le traitement A est différent significativement des traitements B (association maïs /1 pois) et C (association maïs /2pois).

Le meilleur diamètre est obtenu chez le traitement A (5mm) suivi du traitement B (1mm) et du traitement C (2mm).

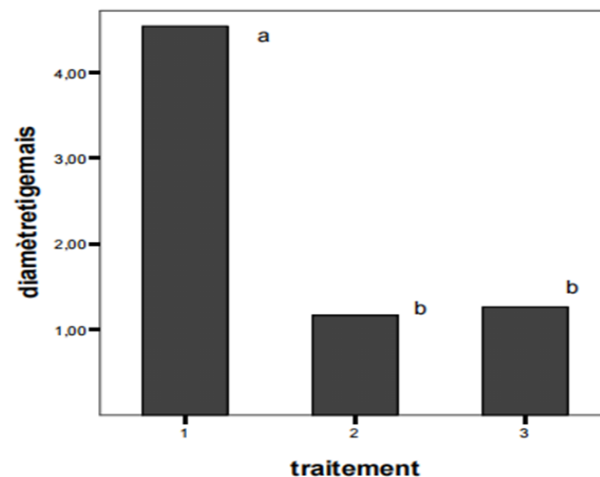


Figure (13) : effet de l'association culturale maïs /pois sur le diamètre des tiges de maïs

2.2 Chez le pois

Trois phases de croissance en diamètre ont été observées chez le pois

1. La phase lente (du 11/02 au 24/02) est une représentation de la germination et de l'acclimatation. La phase de lente, qui se déroule du 11/02 au 24/02, est un symbole de germination et d'acclimatation.

2. Une phase de croissance active (du 03/04 au 08/04) avec une augmentation notable de diamètre, surtout pour le traitement A'.

3. La phase de stabilisation, qui dure du 15 avril au 29 avril, est celle où l'expansion latérale s'arrête et où le passage à la croissance reproductive commence.

Il est évident que le traitement A' qui représente la modalité (culture pure de pois) est le meilleur en termes de développement, suivi par le B (modalité 1 :1), tandis que le traitement C (modalité 1 : 2) est le moins efficace. Cela suggère que le traitement A' a un effet positif à cause de l'absence de compétition.

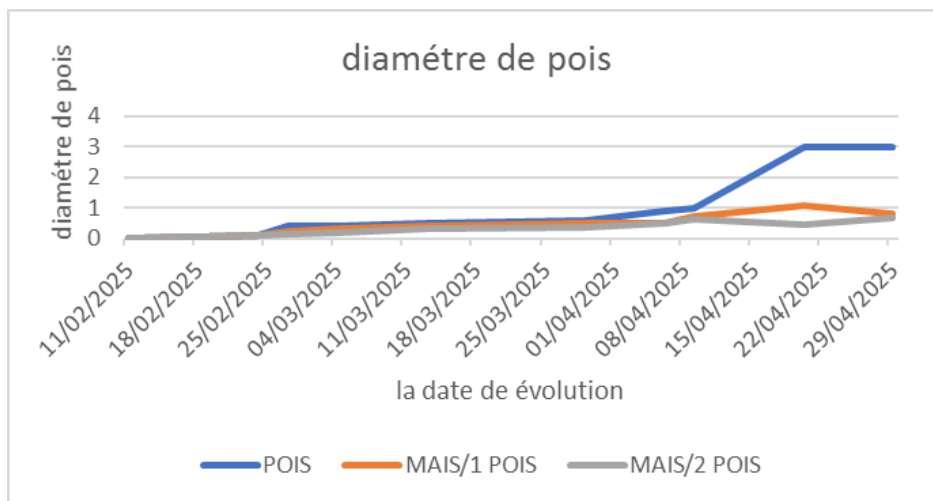


Figure (14) : Evolution du diamètre des plants en fonction du temps (A' : pois seul, B : mais/1pois, C : mais/2pois)

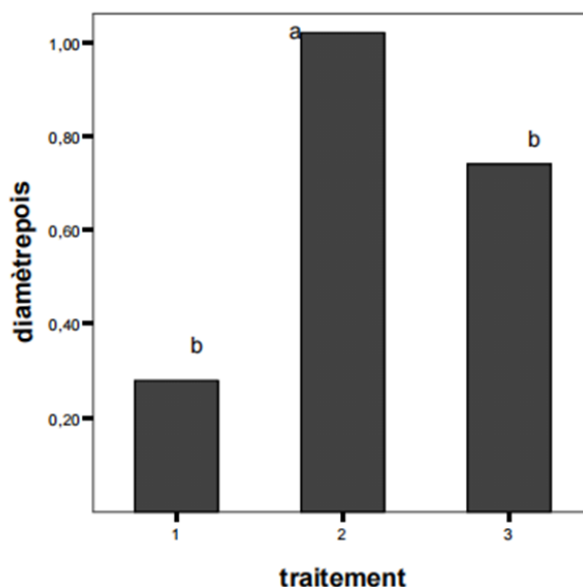
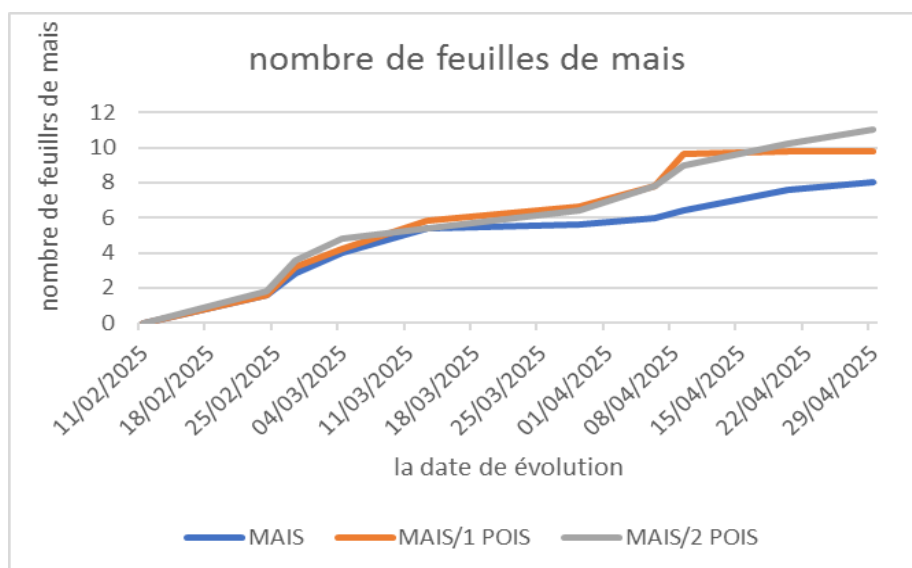


Figure (15) : effet de l'association culturale mais /pois sur le diamètre des tiges de pois. L'analyse statistique (Anova) révèle un effet significatif de l'association culturale sur le diamètre des plants de pois, le test de Tukey montre une différence significative

entre les traitements A' (culture pure de pois) et le traitement C (association maïs /2 pois), par contre le test LSD (Les significative différence) montre que le traitement A est différent significativement des traitements B (association maïs /1 pois) et C (association maïs /2 pois)

3 Effet de l'association maïs/pois sur le nombre de feuilles

3.1 Chez les maïs



Le figure (16) : Évolution du nombre de feuilles de maïs

L'évolution du nombre de feuilles du maïs suit trois phases distinctes

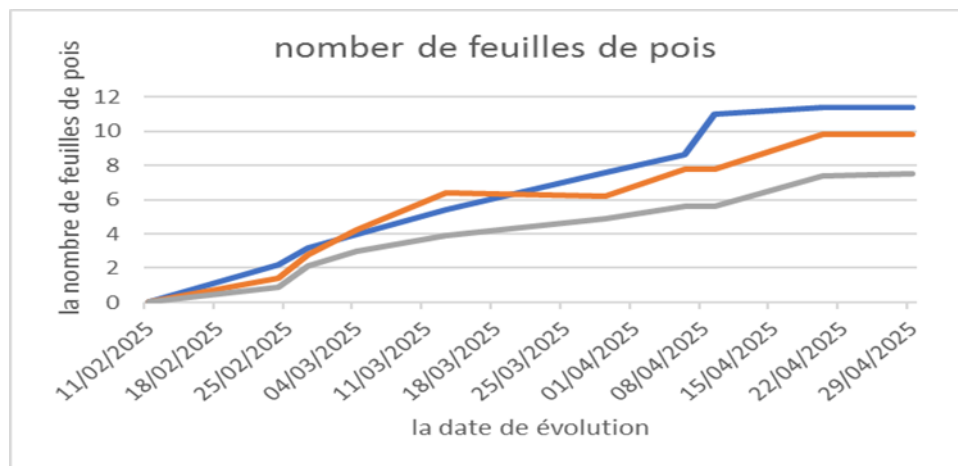
1. Phase lente (11/02 – 24/02): germination et levée.
2. Phase de croissance rapide (04/03 – 08/04): production active des feuilles.
3. Phase de stabilisation (15/04 – 29/04): arrêt de la production foliaire, transition vers la floraison. La modalité A s'est révélée la plus favorable à la production foliaire, indiquant des conditions de culture optimales. En revanche, la modalité C montre un développement plus faible tout au long de la période.

Tableau (10) : de comparaison du nombre de feuilles de maïs

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
1	5	7,0000	,70711	,31623	6,1220	7,8780
2	5	9,8000	1,92354	,86023	7,4116	12,1884
3	5	11,0000	2,00000	,89443	8,5167	13,4833
Total	15	9,2667	2,31352	,59735	7,9855	10,5479

L'analyse statistique (Anova) révèle un effet significatif de l'association culturale sur le nombre de feuilles des plants de maïs, le test de Tukey montre une différence significative entre les traitements A (culture pure de maïs) et le traitement C (association maïs /2pois), par contre le test LSD (Les significative différence) montre que le traitement A est différent significativement des traitements B (association maïs /1 pois) et C (association maïs /2pois)

3.2 Chez le pois



Figure(17) : Évolution du nombre de feuilles de pois.

Le développement foliaire chez le pois présente une tendance croissante, trois étapes ont été constatées:

- 1 .phase de germination-Levée (de 11/02 à 24/02). : caractérisée par l'apparition des premières feuilles .
- 2 .Phase de croissance active (de 04/03 à 08/04) : production rapide de feuilles.
- 3 .Phase de stabilisation (de 15/04 à 29/04) : fin de la croissance foliaire et transition vers la reproduction.

Le meilleur développement foliaire chez la modalité A' (culture pure de pois), est le meilleur. Tout au long de la période, la modalité C (1:2) donne le développement foliaire le plus faible.

Tableau (11) effet de l'association culturale maïs/pois sur le nombre de feuilles chez le pois

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
1	5	11,4000	2,30217	1,02956	8,5415	14,2585
2	5	9,8000	1,09545	,48990	8,4398	11,1602
3	5	10,7000	1,03682	,46368	9,4126	11,9874
Total	15	10,6333	1,61982	,41824	9,7363	11,5304

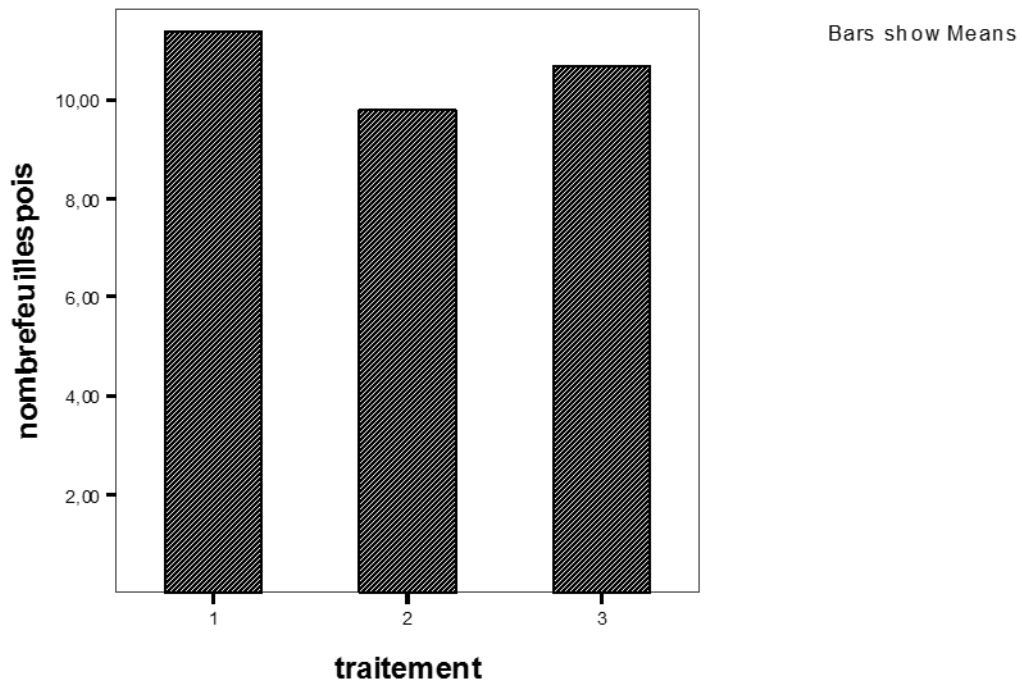


Figure (18) : effet de l'association culturale maïs/pois sur le nombre de feuilles chez le pois

L'analyse statistique ne révèle pas un effet significatif de l'association culturale sur le nombre des feuilles chez le pois.

Conclusion

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que le système de culture intercalaire entre le maïs (*Zea mays* L.) et le pois (*Pisum sativum* L.) présente de multiples avantages, mais ces avantages varient en fonction du type d'interaction entre les deux cultures et du stade de croissance. En analysant les données de croissance végétative (hauteur, diamètre et nombre de feuilles), il a été constaté que la monoculture du maïs et du pois (coefficients A' et A pour le pois et le maïs respectivement) donnait les meilleurs résultats en termes de développement individuel des plantes, avec une hauteur moyenne des pois dans le système de monoculture d'environ 27 cm, contre 26 cm dans le système interculture 1:1 et 22 cm dans le système 1:2 (maïs : pois).

Pour le maïs, le traitement A (monoculture) a enregistré les taux de croissance les plus élevés en hauteur, en diamètre et en nombre de feuilles, montrant que le maïs bénéficie le plus de l'absence de concurrence, bien que la présence de pois en tant que culture fixatrice d'azote devait soutenir leur croissance.

Cependant, certaines interactions, en particulier le traitement (maïs + un pois), ont montré des résultats assez équilibrés, suggérant une intégration partielle entre les deux cultures dans certaines conditions, ce qui peut être attribué à une meilleure structure du sol ou à une modification des conditions d'humidité et d'ombre.

L'association maïs-pois montre une capacité prometteuse à améliorer l'équilibre écologique et l'utilisation des ressources, mais elle ne donne pas toujours les meilleures performances agricoles individuelles pour chaque culture. Par conséquent, l'hypothèse de base selon laquelle la culture intercalaire améliore la croissance végétative par rapport à la monoculture n'est pas absolument réalisée, mais varie en fonction des rapports de chevauchement et des conditions environnementales.

La culture intercalaire est donc une stratégie évolutive, à condition d'ajuster les ratios de cultures pour une intégration fonctionnelle optimale. Il s'agit également d'une option économique et environnementale intéressante, notamment à la lumière des défis agricoles actuels auxquels l'Algérie est confrontée, tels que la faible fertilité des sols et les coûts de production élevés.

Annexes

1 Effet de l'association maïs /pois sur la croissance en hauteur des plants

Tableau (12) : Evolution de la hauteur du pois

	La hauteur de pois		
	Pois	maïs/pois	maïs/2pois
11-02-2025	0.2	4.96	4.44
24-02-2025	5.38	4.96	4.44
27-02-2025	8.2	7.66	6.23
04-03-2025	9.58	9.46	7.19
13-03-2025	16.26	13.34	10.38
29-03-2025	34.5	28.8	47.6
06-04-2025	41.8	44.6	64.2
09-04-2025	46.6	47.8	36
20-04-2025	47.2	48	36
29-04-2025	47.2	48	36

Tableau (13) : Evolution de hauteur du maïs

	La hauteur de maïs		
	maïs	maïs /pois	maïs /2pois
11-02-2025	0	0	0
24-02-2025	0.8	4.86	8.44
27-02-2025	10.22	5.4	13.1
04-03-2025	12.72	6.78	13.66
13-03-2025	17.2	9.3	16
29-03-2025	38.4	30.2	37
06-04-2025	39.4	34.2	34
09-04-2025	46.8	35.6	35.4
20-04-2025	50.4	42.2	37.6
29-04-2025	56.8	48.6	43.2

2 Effet de l'association maïs/pois sur la croissance du diamètre des plants

Tableau (14) : Evolution du diamètre du maïs

	La diamètre de maïs		
	maïs	maïs /pois	maïs /2pois
11-02-2025	0	0	0
24-02-2025	0.16	0.1	0.01
27-02-2025	0.16	0.16	0.18
04-03-2025	0.58	0.26	0.18
13-03-2025	0.59	0.32	0.32
29-03-2025	0.82	0.44	0.44
06-04-2025	1.06	0.58	0.56
09-04-2025	1.08	0.8	0.94
20-04-2025	2.4	0.94	1.74
29-04-2025	4.54	1.16	1.14

Tableau (15):Evolution du diamètre du pois en fonction du temps

	La diamètre de pois		
	Pois	maïs /pois	maïs /2pois
11-02-2025	0	0	0
24-02-2025	0.08	0.08	0.09
27-02-2025	0.4	0.24	0.15
04-03-2025	0.4	0.32	0.2
13-03-2025	0.5	0.38	0.32
29-03-2025	0.6	0.48	0.35
06-04-2025	0.9	0.48	0.49
09-04-2025	1	0.72	0.63
20-04-2025	3	0.8	0.46
29-04-2025	3	0.82	0.68

3 Effet de l'association maïs/pois sur le nombre de feuilles

Tableau (16) : évolution du nombre de feuilles de maïs

	Nombre de feuilles de maïs		
	maïs	maïs /pois	maïs /2pois
11-02-2025	0	0	0
24-02-2025	1.6	1.6	1.8
27-02-2025	2.8	3.2	3.6
04-03-2025	4	4.2	4.8
13-03-2025	5.4	5.8	5.4
29-03-2025	5.6	6.6	6.4
06-04-2025	6	7.8	7.8
09-04-2025	6.4	9.6	9
20-04-2025	7.6	9.8	10.2
29-04-2025	8	9.8	11

Tableau (17) : Évolution du nombre de feuilles de pois

	Nombre de feuilles de pois		
	Pois	maïs /pois	maïs /2pois
11-02-2025	0	0	0
24-02-2025	202	1.4	0.9
27-02-2025	3.2	2.8	2.1
04-03-2025	4	4.2	3
13-03-2025	5.4	6.4	3.9
29-03-2025	7.6	6.2	4.9
06-04-2025	8.6	7.8	5.6
09-04-2025	11	7.8	5.6
20-04-2025	11.4	9.8	7.4
29-04-2025	11.4	9.8	7.5

4 Analyse statistique de test Anova de hauteur tige le pois

Tableau (18) : test Anova de hauteur de tige de pois

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	731,733	2	365,867	1,984	,180
Within Groups	2213,100	12	184,425		
Total	2944,833	14			

5 Analyse statistiques de test Anova de hauteur de tige de maïs

Tableau (19) : test Anova de hauteur de tige de maïs

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	532,933	2	266,467	4,436	,036
Within Groups	720,800	12	60,067		
Total	1253,733	14			

6 Analyse statistique des test Anova de diamètre de tige de pois et maïs

Tableau (20) : test Anova de de diamètre de tige de pois et maïs

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
diamètretiges maïs	Between Groups	36,988	2	18,494	31,997	,000
	Within Groups	6,936	12	,578		
	Total	43,924	14			
diamètre pois	Between Groups	1,396	2	,698	4,962	,027
	Within Groups	1,688	12	,141		
	Total	3,084	14			

7 Analyse statistique des test Anova de nombre de feuilles de maïs

Tableau (21) : test Anova de nombre de feuilles de maïs

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	42,133	2	21,067	7,707	,007
Within Groups	32,800	12	2,733		
Total	74,933	14			

8 Analyses statistique des test Anova de nombre de feuilles de pois

Tableau (22) : test Anova de nombre de feuilles de pois

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,433	2	3,217	1,274	,315
Within Groups	30,300	12	2,525		
Total	36,733	14			

Références Bibliographiques

Androsov, J. L., Van Kessel, & Benock, D. J. (1995). Estimations de fixation d'azote à l'échelle du paysage par *Pisum sativum* par l'abondance naturelle d'azote-15 et la dilution d'isotope enrichi. *Biol Fertil Soils*, 20, 33–40.

Associations Céréales et Légumineuses. (2004). Quelques éléments importants pour le succès (Doc. Biodoc n° 1).

Aubineau, M., Bermond, A., Bougler, J., Ni, B., & Roger-Estrade, J. (2002). Dictionnaire d'agriculture (4e éd.). Éditions Larousse.

Bart, R. (2007). Expériences en biologie et physiologie végétale. Éditions Quae, Hermann.

Ben Slayem, F. (2020). Étude épidémiologique de la maladie du flétrissement fongique sur les petits pois [Mémoire de fin d'études, Université de Blida-1].

Benachililev, S., & Hiyam, H. (2023). Étude de l'effet de l'association légumineuses-céréales sur le rendement des céréales dans la wilaya de Tlemcen [Mémoire].

Berger, T., & Zhang, Y. (2019). Progrès récents dans l'utilisation de la protéine de petits pois comme émulsifiant pour les applications alimentaires. *Tendances en Sciences et Technologies Alimentaires*, 86, 25–33.

Boukar, E. (2017). Comportement de quelques variétés de maïs importées face aux conditions environnementales dans la région d'Adrar [Mémoire de master, Université Abdelhamid Ben Badis-Mostaganem].

Coplan, F. (2011). Guide de nutrition des plantes sauvages et cultivées. Éditions Delachaux et Niestlé.

Corre-Hellou, G., Bedoussac, L., et al. (2013). Associations céréales-légumineuses multiservices. *Innovations Agronomiques*.

Das, S., & Habousi, E. E. M. (2017). Estimation de la corrélation entre céréales et légumineuses et acquisition du phosphore du sol dans la région d'Ain Bessam [Mémoire de master, Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira].

Doorenbos, J., Kassam, A. H., Bentvelsen, C. L. M., Branscheid, V., Blusché, J. M. G. A., Smith, M., Uittenbogaard, G. O., & van der Wal, H. K. (1987). Exigences du blé dur (Bulletin FAO d'irrigation et drainage, n° 33). FAO.

Gay, J. B. (1984). Le maïs magnifique : histoire et avenir de la plante. Publications de l'Association des Grands Producteurs de Maïs.

Ghebouli, K., & Hemimid Berkahoum, A. (2021). Amélioration de la nutrition phosphatée par les cultures associées. Cas d'association céréales-légumineuses [Mémoire de master].

Résumé

Hamdi, M. (2020). Synthèse des travaux phytochimiques et activités biologiques de l'espèce de petits pois *Pisum sativum* L. [Mémoire de master].

Karas, Kh., & Harath, E. (2018). Effet du stress salin sur la germination et la croissance de quelques variétés de petits pois (*Pisum sativum* L.) [Mémoire de master, Université 8 mai 1945 Guelma].

Mahfoud, A., & Abbousi, Y. (2002). Étude des emplacements de systèmes de culture du maïs dans le sud de l'Algérie [Mémoire, Université Ahmed Draia-Adrar].

Mahoubi, D., & Hemmadou, M. (2020). Étude de l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés de petits pois (*Pisum sativum* L.) : cas de la région de Ouargla [Mémoire de master académique].

Malezieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., de Tourdonnet, S., & Valantin-Morison, M. (2009). Mélange d'espèces végétales dans les systèmes de culture : concepts, outils et modèles. *Agronomie au service du développement durable*.

Moll, S. (1971). Cultures associées céréales/légumineuses en agriculture à faibles intrants dans le sud de la France. *Projet PerfCom*.

Sandhu, K. S., Singh, N., & Kaur, M. (2004). Caractéristiques de différents types de maïs et parties de grains : propriétés physico-chimiques, thermiques, morphologiques et rhéologiques de l'amidon. *Revue d'Ingénierie Alimentaire*.

Smith, S. W., Betran, J., & RSA. (2004). Le maïs : origine, histoire, technologie et production. John Wiley & Sons.

Ten Hoopen, & Abdou Maiga, A. (2012). Production et transformation du maïs. Cité dans Mahfoud, A., & Abbousi, Y. (2002). Université Ahmed Draia-Adrar.

Wiley, R. W. (1979). L'agriculture intercalaire est importante et nécessite la recherche. *Compétition des parcelles et avantages des cultures* [Article scientifique].

Yabi Martial, D. K. (2017). Fiche technico-économique du maïs. Oko Wasatch Direction d'Appui aux Filières Agricoles.

Zafran, J. (2000). Développement des graines et germination, différents types de plantules. Isabelle de Sainte-Marie.

Agro. (2025, mars). Site d'informations sur l'agriculture. <https://www.agro.fr>

Agroptima. (2025, février). Culture du maïs. <https://blog.agroptima.com/fr/blog/la-culture-du-mais>

Algoflash. (2025, mars). <https://www.algoflash.com>

Aquaportail. (2025, mars). <https://www.aquaportail.com>

Résumé

Conseil Agricole Canadien. (2014). Profil de culture du maïs sucré au Canada, 2015.

<https://www.agr.gc.ca>

Faculté Universitaire Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. (2025, mars).

<https://fac.umc.edu.dz>

FAO. (s.d.). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

<https://www.fao.org>

Gamm Vert. (2025, mars). <https://www.gammvert.fr>

INPN. (2025, mars). Inventaire National du Patrimoine Naturel. <https://inpn.mnhn.fr>

Institut Technique de Construction et Matériaux Innovants (ITCMI-DZ). (2025, mars).

<https://itcmi-dz.com>

Jardinage. (2025, mars). <https://jardinage.lemonde.fr>

Nortene. (2025, mars). <https://www.nortene.fr>

PROTA. (2025, mars). Ressources végétales de l'Afrique tropicale.

<https://prota.prota4u.org>

Research Gate. (2025, mars). <https://www.researchgate.net>

Rustica. (2025, mars). <https://www.rustica.fr>

SEMAE Pédagogique. (2025, février). Le maïs : culture, semis, suivi, récolte.

<https://www.semae-pedagogie.org/sujet/mais-culture-semis-suivi-recolte>

Terre Vivante. (2025, mars). <https://www.terrevivante.org>

Terres Inovia. (2025, avril). <https://www.terresinovia.fr/-/les-legumineuses-a-graines-un-levier-pour-la-rentabilite-des-exploitations>

TSA Algérie. (2025, février). L'Algérie importe à nouveau du maïs : voici 3

alternatives à l'importation. <https://www.tsa-algerie.com/lalgerie-importe-a-nouveau-du-mais-voici-3-alternatives-a-limportation>

Université de Mostaganem. (2025, février). Mémoire sur la culture du maïs. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/2522/mmoirefinal.pdf>

Résumé

Effet sur les performances agrophysiologiques de L'association culturale céréales/légumineuses : cas de maïs /petit pois.

Ce travail comprend une étude de la culture associée entre céréales et légumineuses (maïs/pois),

Cette étude a été menée pour savoir comment chaque culture affectait l'autre en calculant la hauteur et le diamètre des tiges, , le nombre de feuilles, le nombre de fleurs, et le nombre de fruits pour chaque espèce .

Pour le maïs, le traitement A (monoculture) a enregistré les taux de croissance les plus élevés en hauteur, en diamètre et en nombre de feuilles, montrant que le maïs bénéficie le plus de l'absence de concurrence, bien que la présence de pois en tant que culture fixatrice d'azote devait soutenir leur croissance.

Cependant, certaines interactions, en particulier le traitement (maïs + un pois), ont montré des résultats assez équilibrés, suggérant une intégration partielle entre les deux cultures dans certaines conditions, ce qui peut être attribué à une meilleure structure du sol ou à une modification des conditions d'humidité et d'ombre.

Dans cette étude, nous avons également constaté que la culture associée de maïs et de pois a un potentiel prometteur pour améliorer l'équilibre écologique et l'utilisation des ressources, mais qu'elle ne donne pas toujours les meilleures performances agricoles individuelles pour chaque culture.

Mots-clés : Association culturale, maïs, pois, performances agro physiologiques.

Abstract

Effect on the agrophysiological performance of the cereal/legume crop association: the case of maize/peas.

This work includes a study of cross-culture between cereals and legumes (maize/peas). This study was conducted to find out how each affected the other by calculating the length of plant stem, diameter, number of leaves, number of flowers, and the number of fruits for each species .

For corn, treatment A (monoculture) recorded the highest growth rates in height, diameter and leaf count, showing that corn benefits the most from the absence of competition, although the presence of peas as a nitrogen-fixing crop was expected to support their growth.

However, some interoperates, especially the (corn + one pea) treatment, showed fairly balanced results, suggesting partial integration between the two crops under certain conditions, which may be attributed to improved soil structure or modification of moisture and shade conditions.

In this study, we also found that maize and pea intercropping have a promising potential to enhance ecological balance and improve resource utilization, but it does not always give the best individual agricultural performance for each crop.

Keywords: mix culture, corn, peas, agrophysiological performances.

ملخص

التأثير على الأداء الفيزيولوجي الزراعي لجمعية محاصيل الحبوب / البقوليات: حالة الذرة / البازلاء

هذا العمل يحتوي على دراسة الزراعة الخلطية بين الحبوب والبقوليات (الذرة/البازلاء)، حيث تمت زراعة أربع تجارب في وعاء نباتي داخل البيت المحمي، مع تكرار كل تجربة خمس مرات.

تم إجراء هذه التجارب لمعرفة كيفية تأثير كل منها على الآخر من خلال حساب الطول، العرض، عدد الأوراق، عدد الأزهار، عدد الثمار لكل نوع.

بالنسبة للذرة، فقد سجلت المعاملة A (زراعة أحادية) أعلى معدلات نمو في الارتفاع والقطر وعدد الأوراق، مما يدل على أن الذرة تستفيد أكثر من غياب المنافسة، على الرغم من أن وجود البازلاء كمحصول مثبت للنيتروجين كان متوقعاً أن يدعم نموها.

ومع ذلك، أظهرت بعض المعاملات البيئية، خاصة معاملة (ذرة + بازلاء واحدة)، نتائج متوازنة إلى حد ما، ما يشير إلى وجود تكامل جزئي بين المحصولين في ظروف معينة، قد يُعزى إلى تحسين بنية التربة أو تعديل ظروف الرطوبة والظل.

تبين لنا كذلك في هذه الدراسة التي قمنا بها أن للزراعة البيئية بين الذرة والبازلاء قدرة واعدة على تعزيز التوازن البيئي وتحسين استغلال الموارد، لكنها لا تُعطي دائماً أفضل أداء زراعي فردي لكل محصول.

الكلمات المفتاحية: الزراعة الخلطية، الذرة، البازلاء، الخصائص الفيزيولوجية النباتية.



Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné :.....BOUNAB Ouarda.....Présidente de Jury

Certifie que l'étudiant (e) : BENAÏSSA Asma

Spécialité :... Amélioration des plantes

Intitulé : Effet sur les performances agrophysiologiques de l'association culturale céréales/
légumineuses : cas de maïs /petite pois

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Président de Jury

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement des sciences agronomiques



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné :.....BOUNAB Ouarda.....Présidente de Jury

Certifie que l'étudiant (e) : FALOUTI Razika

Spécialité :... Amélioration des plantes

Intitulé : Effet sur les performances agrophysiologiques de l'association culturale céréales/
légumineuses : cas de maïs /petite pois

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Président de Jury



Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné :.....BOUNAB Ouarda.....Présidente de Jury

Certifie que l'étudiant (e) : BOUTAGHANE Nada

Spécialité :... Amélioration des plantes

Intitulé : Effet sur les performances agrophysiologiques de l'association culturale céréales/
légumineuses : cas de maïs /petite pois

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Président de Jury