



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE MOULOUD MAAMERI

-TIZI OUZOU-

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUE ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences agronomiques

Spécialité : productions végétales

Thème

**Etude comparative de la fertilisation minérale et
organique sur la culture de la fève et cultures associées
(fève et pomme de terre) sur la production et le
rendement.**

Présenté par :

Mr BELKALEM Karim

Devant le jury composé de :

- **M^{me} GHEBBI SI SMAIL K. Maître de conférences A, à l'UMMTO- Promotrice.**
- **M^{me} MEDJDOUB BENSSAD F. Professeur à l'UMMTO- Président de jury.**
- **Mr ALILI N. Maitre-assistant, chargé de cours à l'UMMTO- Examineur.**

Année universitaire : 2022-2023

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et tous mes remerciements à mon encadreur de mémoire, Madame Si Smail Karima née GHEBBI pour sa patience, ses conseils et ses précieuses directives qui m'ont permis de réaliser ce modeste travail.

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres de jury, pour l'honneur et le plaisir qu'ils m'accordent en acceptant de lire et de juger ce travail.

Également, je remercie le directeur de l'ITMAS de Boukhalfa, et tout le personnel pour toute aide et assistance qu'ils m'ont apportés durant toute la période de mon expérimentation.

Je remercie mes très chers parents pour leur soutien constant, mes frères et ma sœur pour leurs encouragements, ainsi toute ma famille.

Je remercie mes amis, mes collègues qui ont toujours été là avec leur soutien inconditionnel et leurs encouragements.

A toutes personne qui m'a soutenu de proche ou de loin pour arriver à finir mon mémoire de fin d'étude.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail

A mon cher papa et ma merveilleuse maman pour leur soutien, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance

A mes frères Mohand, Mustapha, Lounes, à ma sœur Ouardia ceux qui ont partagé avec moi les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail

A mon très proche oncle Ferhat pour son soutien et encouragements durant tout mon parcours

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent des encouragements et de la vivacité

A mes amis qui ont qui m'ont aidé

A ceux avec que j'ai marqué mon parcours universitaire Lounes, Madjid et Billal.

A ma meilleure amie et collègue Lania pour son soutien, sa disponibilité.

A tous ceux que j'aime

Table des matières

Liste des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

Première partie : synthèse bibliographique

1. Définition d'une association de cultures	4
2. Les types d'association de cultures.....	4
2.1 La culture mixte.....	4
2.2 La culture intercalaire	4
2.3 La culture en bande.....	4
2.4 La culture en relais	4
3. Le choix d'espèces et variétés à associer.....	5
3.1 Les facteurs pris en compte	5
3.2 Les objectifs de l'association.....	5
4. Avantages de l'association de cultures	6
4.1 Sur le plan agronomique	6
4.2 Sur le plan environnemental	6
4.3. Sur le plan socio-économique.....	6
5. Les contraintes	6
1. La fève	7
1.1 Origine et historique de la fève.....	7
1.2 Intérêt de la fève	7
1.2.1 Intérêt agronomique	7
1.2.2 L'intérêt écologique	8
1.2.3 Intérêt nutritionnel.....	8
1.3 Cycle phénologique de la fève.....	8
1.4 Position de la culture de la fève en Algérie	10
1.4.1 Les variétés de fève disponibles en Algérie.....	10
1.5 Exigence pédoclimatique de la fève	11
1.5.1 Exigences hydro-pédologiques	11

1.5.2	Exigences climatiques.....	11
1.5.3	Les exigences agronomiques	11
1.6	Les principales contraintes	11
1.6.1	Les contraintes abiotiques.....	11
1.6.2	Les contraintes biotiques.....	12
2	Pomme de terre.....	16
2.1	Origine et histoire de la pomme de terre.....	16
2.1	Importance et valeur nutritive de la pomme de terre.....	16
2.2	Cycle phénologique de la pomme de terre	17
2.3	Position de la pomme de terre en Algérie.....	18
2.3.1	La culture primeur.....	19
2.3.2	La culture de saison	19
2.3.3	La culture d'arrière-saison	19
2.4	Exigences pédoclimatiques de la pomme de terre.....	19
2.4.1	Exigences hydro-pédologiques	19
2.4.2	Exigences climatiques.....	20
2.4.3	Exigences agronomiques.....	20
2.5	Les principales contraintes	20
2.5.1	Les contraintes abiotiques.....	21
2.5.2	Les contraintes biotiques.....	21
3	L'ail	24
3.1	Origine et historique de l'ail.....	24
3.1	Importance et valeur nutritive de l'ail	25
3.2	Cycle phénologique de l'ail	25
3.3	La position de culture de l'ail en Algérie	26
3.4	Exigences de la culture d'ail.....	27
3.4.1	Exigences hydro-pédologique.....	27
3.4.2	Exigences climatiques.....	28
3.4.3	Exigences agronomiques.....	28
3.5	Les principales contraintes	28
3.5.1	Les contraintes abiotiques.....	28
3.5.2	Les contraintes biotiques.....	29

Deuxième partie : partie expérimentale

1	Matériels utilisés lors de l'étude	31
1.1	Présentation du site expérimental	31
1.1.1	Situation géographique du site expérimental	31
1.1.2	Paramètres climatiques	32
1.1.3	Le sol.....	33
1.2	Matériel végétal	34
1.2.1	La fève	34
1.2.2	La pomme de terre en association.....	34
1.2.3	L'ail en bordure.....	34
1.3	La fertilisation.....	34
1.3.1	Fertilisant organique : grignon d'olive	34
1.3.2	Fertilisation minérale	35
2	Méthode de l'étude	36
2.1	Dispositif expérimental.....	36
2.2	Itinéraire technique des cultures	38
2.2.1	La fève	38
2.2.2	La pomme de terre	38
2.2.3	L'ail.....	39
2.3	Entretien des cultures.....	39
2.3.1	La fève	39
2.3.2	Pomme de terre	40
2.3.3	L'ail.....	41
2.4	Les paramètres mesurés	41
2.4.1	Paramètres de croissance	41
2.4.2	Paramètres de production.....	41
3	Résultat et discussion.....	43
3.1	Les paramètres mesurés	45

3.1.1	La longueur moyenne des tiges	45
3.1.2	Le nombre moyen de tige par plant	45
3.2	Les paramètres de production	46
3.2.1	Nombre moyen de gousses par plants.....	46
3.2.2	Le poids moyen d'une gousse.....	47
3.2.3	Le rendement réel	48
3.2.4	Le rendement potentiel	49

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé

Liste des abréviations

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement rural.

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles.

INPV : Institut National de Protection de Végétaux.

BBCH: Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie. (Échelle destinée à identifier les stades de développement phénologique d'un végétal).

FAO: Food and Agriculture Organization.

ITMAS : Institut Technique des Moyens Agricoles Spécialisé dans l'Agronomie de Montagne

R_p : Rendement Potentiel.

INSID : Institut Nationale des Sols, d'Irrigation et du Drainage.

DDL : Degrés De Liberté.

S.C.E : Somme des Carrés des Effets.

TEST F : statistique du test F.

PROBA : probabilité associée au test F.

VAR TOTALE : Variabilité totale des données.

VAR FACTEUR 1 : source de variation associée au facteur 1.

VAR FACTEUR 2 : source de variation associée au facteur 2.

VAR BLOCS : source de variation associée aux blocs.

C.M : Carré Moyen.

C.V : Coefficient de variation.

E.T : Ecart-Type.

Listes des figures

Figure 01 : Cycle phénologique de la fève.

Figure 02 : Répartition de la production moyenne des légumineuses durant la saison 2019.

Figure 03 : Plante de l'orobanche.

Figure 04 : Apparition de la maladie « taches de chocolats » sur les feuilles de la fève.

Figure 05 : Maladie de l'anthracnose sur la fève.

Figure 06 : Manifestation de la maladie de la rouille sur les feuilles de la fève.

Figure 07 : Dégâts de nématode sur la partie aérienne du plant de fève.

Figure 08 : Présence du puceron noir sur la plante de fève.

Figure 09 : Bruche de fève.

Figure 10 : Valeurs nutritives présents dans 100 g de pomme de terre.

Figure 11 : Cycle phénologique de la pomme de terre.

Figure 12 : Evolution de la superficie des maraichères du 2010- 2019.

Figure 13 : Manifestation de la maladie d'alternaria sur les feuilles de la plante de pomme de terre.

Figure 14 : Dégâts engendrés par *streptomyces scabies* sur le tubercule de la pomme de terre.

Figure 15 : Teigne sur la face inférieure des feuilles de pomme de terre.

Figure 16 : Doryphore sur feuille de pomme de terre.

Figure 17 : Cycle phénologique de l'ail.

Figure 18 : Production des légumes en Algérie durant la saison 2019.

Figure 19 : Manifestation de la maladie de la rouille sur les feuilles de la plante d'ail.

Figure 20 : l'insecte ; la mouche de l'oignon.

Figure 21 : l'insecte ; teigne du poireau.

Figure 22 : Localisation de la station expérimentale ITMAS de Boukhalfa.

Figure 23 : Grignon d'olive utilisé lors de l'essai.

Figure 24 : Fertilisant minéral utilisé lors de l'essai.

Figure 25 : Matériels utilisés pour effectuer la fertilisation minérale(potassique).

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Position systématique de la fève

Tableau 02 : Position systématique de la pomme de terre.

Tableau 03 : Position systématique de l'ail.

Tableau 04 : Températures mensuelles enregistrées à partir du mois de Novembre 2022 au mois de Juin 2023.

Tableau 05 : Taux de précipitations enregistrés sur la période de novembre 2022 au juin 2023.

Tableau 06 : Taux d'humidité enregistrés durant la période de novembre 2022 jusqu'au juin 2023.

Tableau 07 : Eléments composants le grignon d'olive.

Tableau 08 : Caractéristiques physicochimiques du grignon d'olive étudié par l'INSID.

Tableau 09 : Résultats d'analyse physicochimique du sol.

Tableau 10 : Résultat de l'analyse physiques du sol.

Tableau 11 : Résultat de l'analyse physicochimique du grignon d'olive.

Tableau 12 : Longueur moyenne des tiges.

Tableau 13 : Résultats de l'analyse de la variance de la longueur moyenne des tiges.

Tableau 14 : Nombre moyen de tiges par plant.

Tableau 15 : Résultats d'analyse de la variance du nombre moyen de tige par plant.

Tableau 16 : Nombre moyen de gousses par plant.

Tableau 17 : Résultats d'analyse de la variance du nombre moyen de gousses par plant.

Tableau 18 : Test NEWMAN-KEUL sur le nombre moyen de gousses par plant.

Tableau 19 : Poids moyen d'une gousse.

Tableau 20 : Résultats d'analyse de la variance du poids moyen d'une gousse.

Tableau 21 : Rendement réel.

Tableau 22 : Résultats de l'analyse de la variance du rendement réel.

Tableau 23 : Rendement potentiel.

Tableau 24 : Résultats d'analyse de la variance du rendement potentiel.

Introduction

Face aux déséquilibres environnementaux et socio-économique que traverse le monde, le domaine de l'agriculture doit s'adapter aux changements en se basant sur l'agroécologie et la diversification de la production agricole. Dans cette optique, les pratiques agricoles mises en œuvre par l'agroécologie sont les associations de cultures et les rotations. On entend souvent par rotation de cultures, la production et la réplication de plusieurs cultures de manière cyclique sur une même parcelle ou planche de parcelle (**Bader 2014**). Ainsi l'association de cultures est définie comme une culture simultanée de deux ou plusieurs cultures sur une même parcelle ou même planche de parcelle, pendant une période significative de leurs cycles végétatifs (**Willey 1979**). Cela favorise une meilleure croissance entre les cultures grâce à l'échange de nutriments entre plantes ou une complémentarité sur les ressources du milieu.

Dans le cas de notre étude, trois espèces ont été choisies pour les mettre en association, cela avec le respect de la condition d'interférence temporelle où le chevauchement des cycles végétatifs qui est indispensable, puis l'objectif de mettre chacune de ces espèces, en ordre d'intérêt qui sont : la culture principale qui est la fève, est une légumineuse à une grande consommation par rapport à sa valeur nutritive qu'elle apporte et à son importance dans l'art culinaire de la région et son apport à la fertilité du sol grâce à sa capacité de fixation de l'azote atmosphérique dans le sol, la culture principale est mise en association en bande avec la pomme de terre qui est une culture gourmande en azote et à une grande consommation notamment en potassium et de l'azote, et apte à être plantée durant la période du semis de la fève. Ces deux espèces ont été entourées par une troisième espèce, l'ail. Grâce à sa richesse en éléments soufrés elle est capable de jouer le rôle répulsif d'insectes naturel pour les cultures avec lesquelles elle est associée.

Notre travail est fait dans le but d'évaluer le comportement des paramètres de croissance de la culture principale « fève » cultivée seule et fertilisée à base du potassium minérale, et les comparer avec ceux de la fève mise en association avec une fertilisation organique à base du grignon d'olive.

Cette étude nous permet de répondre à cette problématique :

Est-ce que l'association de culture peut être une alternative à la production simultanée pour la production de ces trois légumes, et est-il possible de remplacer les fertilisants chimiques par un fertilisant organique qui est le grignon d'olive ?

Notre travail est divisé en deux parties majeures :

- la première est consacrée pour une synthèse bibliographique par rapport au thème abordé et sur les cultures mise en association.
- La deuxième partie comporte l'exposition du matériel et les méthodes utilisés lors de la réalisation de ce travail puis la discussion des résultats obtenus.

Enfin, il sera clôturé par une conclusion générale.

I. Généralités sur l'association de cultures

1. Définition d'une association de cultures

Il s'agit d'une culture simultanée de deux ou plusieurs espèces sur la même parcelle ou surface, pendant une période significative de leur cycle de croissance ou végétatif (**Willey,1979**). Cela favorise les processus d'entre cultures, grâce à l'échange de nutriments entre plantes ou une meilleure complémentarité des plantes sur les ressources du milieu, via la possibilité de mettre en jeu un processus de complémentarité de niche. On parle donc de cultures associées lorsqu'il y a interférence temporelle et spatiale entre deux ou plusieurs espèces.

- **Interférence temporelle** : il s'agit de mettre en associations des espèces dont leurs cycles végétatifs sont en chevauchement.
- **Interférence spatiale** : il s'agit de planter ou semer les espèces choisies sur la même parcelle ou surface.

2. Les types d'association de cultures

En se basant sur les deux facteurs majeurs précédents, on distingue 4 types d'association de cultures, sont :

2.1. La culture mixte

Appelée aussi culture mélange, se caractérise par une alternance des espèces à l'intérieur des lignes de semis ou bien une disposition en vrac sur le billon, les composantes y apparaissent intimement mêlées.

2.2. La culture intercalaire

Appelée aussi en ligne alternées, elle présente une alternance des rangs ou lignes de semis, chaque rang étant composé d'une seule des espèces représentées.

2.3. La culture en bande

Consiste à alterner 4 à 10 rangs de chaque composante de l'association ; ces bandes sont suffisamment étroites pour qu'il y est interaction des espèces et suffisamment larges pour permettre une culture indépendante de chaque espèce.

2.4. La culture en relais

Appelée aussi culture dérobée, s'agit d'interférer les cycles des différentes composantes pensant une période relativement courte, du fait d'un semis échelonné de ces composantes.

3. Le choix d'espèces et variétés à associer

Dans le cas général le choix d'espèces à mettre en association dépend d'un ensemble facteurs et d'objectifs que le producteur vise.

3.1. Facteurs pris en compte

Parmi les majeurs facteurs mis en compte lors du choix d'espèces et de variétés à associer, on cite :

- **Le cycle végétatif** : pour réussir une association de culture, il est recommandé que le cycle végétatif des cultures à associer soit en chevauchement ; même s'ils n'auront pas la même période de récolte.
- **Le climat** : il faut étudier le climat où se trouveront vos plantes avant de choisir les espèces ; car certaines d'elles sont résistantes et d'autres fragiles aux facteurs climatiques spécifiques à chaque région.
- **Le sol** : il est recommandé d'analyser la nature et la qualité édaphique du sol afin de choisir des espèces adéquates et qui s'adaptent à la nature du sol.
- **Les variétés certifiées** : pour assurer une meilleure production, le choix des variétés certifiées est adopté ; car elles ont une meilleure faculté germinative.

3.2. Les objectifs de l'association

Les objectifs peuvent diriger l'agriculteur à choisir les espèces à associer, ils diffèrent selon la volonté de ce dernier. Les objectifs peuvent être :

- **Augmenter la fertilité du sol** : la fertilité du sol est représentée par sa richesse en éléments nutritifs facilement assimilables par la plante, cette dernière est augmentée par l'association avec une légumineuse qui a la capacité de fixer l'azote atmosphérique dans le sol pour être utilisé par l'autre culture.
- **Augmenter la production** : l'augmentation de la production se fait par l'association de l'espèce voulue pour augmenter sa production avec une légumineuse qui a la capacité de fixer l'azote atmosphérique, grâce à son interaction en symbiose avec la bactérie du genre rhizobium, cela permettra à l'espèce associée d'utiliser cet azote dans sa nutrition et son métabolisme puis l'augmentation de la production.
- **La protection de la culture** : il vise à associer une culture principale avec une autre qui a la capacité répulsive pour certains insectes, ou attractive pour d'autres prédateurs qui vont à leur tour éliminer certains ravageurs, cela réduira la nuisibilité des insectes d'une manière biologique.

4. Avantages de l'association de cultures

Cette méthode est adoptée par les agriculteurs, car elle semble importante à la suite de son impact sur trois plans différents et importants, sont :

4.1. Sur le plan agronomique

- Moins d'intrants nécessaires pour la plante (fertilisants et phytosanitaire), grâce à la complémentarité des plantes associées.
- Utilisation des effets protecteurs et répulsifs des cultures contre les ravageurs, adventices et maladies.
- Utilisation des atouts des plantes (stimulation et complémentarité).
- Amélioration de la structure du sol grâce à la diversité des racines.

4.2. Sur le plan environnemental

- Protection des ressources en eau (moins de lessivage de fertilisants).
- Augmentation de la teneur en matière organique du sol.
- Meilleure couverture du sol.
- Réduire l'érosion du sol.

4.3. Sur le plan socio-économique

- Moins de dépenses et augmenter la marge.
- Meilleure réponse face à une chute de prix d'une culture grâce à la diversité des récoltes.
- Diversification des revenus.

5. Les contraintes

Durant la mise en associations de cultures, certains facteurs peuvent être des contraintes qui se représentent dans :

- Le mauvais choix d'espèces adéquates au type du sol.
- La concurrence des cultures associées.
- La mauvaise exposition à la lumière.
- La difficulté de la commercialisation de la récolte.

II. Les cultures mises en association

1. La fève

La fève *vicia faba L.* est une plante herbacée robuste pouvant dépasser un mètre de hauteur, à feuilles pennées terminées par une pointe, de folioles larges de couleur glauque. Son inflorescence est en racème de deux à cinq feuilles, parfois solitaire, à corolle blanche ou rosée avec des taches noires sur l'aile. Le fruit est une gousse contenant des graines de forme ovale et aplatie avec une peau épaisse. Cette espèce diffère des autres plantes du genre *vicia* par l'absence de vrilles et par son aspect de hile qui est à l'angle droit de la longueur de la graine (BELKHOUDJA 1990).



La position systématique de la fève

Tableau 01 : position systématique de la fève.

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Rosales
Famille	Fabacées
Genre	<i>Vicia</i>
Espèce	<i>Vicia faba</i>

1.1 Origine et historique de la fève

Selon Peron (2006), les pois, les lentilles et les fèves sont les plus vieilles espèces légumières introduites en agriculture. A partir de son centre d'origine qui est l'est et l'ouest de l'Asie, la fève est propagée vers l'Europe, le long du Nil jusqu'en Ethiopie et la Mésopotamie en Inde. Au cours du 21^{ème} siècle la culture de fève a été introduite en Amérique par les Espagnols.

1.2 Intérêt de la fève

L'intérêt de la fève peut se baser sur trois majeurs piliers, qui sont :

1.2.1 Intérêt agronomique

L'intérêt des légumineuses y compris la fève réside dans leurs exploitations dans le cadre d'une agriculture durable. Comme toutes légumineuse, l'espèce *Vicia Faba* assure la nutrition azotée par deux voies : avec l'assimilation de l'azote minéral disponible dans le sol et la

fixation de l'azote atmosphérique grâce à des bactéries du *Rhizobium*, ce qui réduit la dépendance des agriculteurs vis-à-vis des engrais chimiques. **(Sillero 2010)**.

Selon **Jensen (2010)**, la fève améliore la teneur du sol en azote avec un apport annuel près de 200 kilogrammes d'azote par hectare, comme elle améliore sa structure par son système racinaire puissant. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique **(Hamadache 2003)**.

Les fèves sont utilisées dans les cultures associées, cette pratique est fréquente dans de nombreux pays et particulièrement la Chine, elle consiste à faire croître deux ou plusieurs cultures simultanément et au sein de la même parcelle et a pour objectifs de réduire l'utilisation des engrais et les produits phytosanitaires, d'augmenter le rendement, et de stabiliser ou réduire les pertes dues aux mauvaises herbes, aux insectes ravageurs et aux maladies **(Kopke et Nemecek 2010)**.

1.2.2 L'intérêt écologique

Grâce à la capacité de la fève de s'adapter aux sols dégradés, elle assure le rôle d'amélioration de ce dernier. Comme elle est très sensible à la pollution du sol, elle fait un modèle végétatif utilisé en écotoxicologie dans un grand nombre d'étude. **(Radetski 2004)**.

Par suite de sa capacité de fixation d'azote atmosphérique grâce à son interaction de symbiose avec les bactéries du genre *Rhizobiae*, cela permet de réduire les apports chimiques en azote ainsi réduire le taux de lessivage des engrais afin d'éviter la pollution des eaux souterraines et nappes phréatiques.

1.2.3 Intérêt nutritionnel

La fève attire une attention croissante en raison de ses propriétés nutritionnelles. Cette légumineuse se distingue par une haute teneur en protéines et une richesse en acides aminés équilibrés **(Raikos 2014)**.

Elle constitue une source efficace d'énergie même une alternative pour remplacer les protéines d'origines animales notamment chez les pays classés pauvres ou en cours de développement **(Chaieb 2011)**.

1.3 Cycle phénologique de la fève

La fève est une plante annuelle, son cycle s'accomplit en moyenne entre 25 à 28 semaines correspondant à 4 ou 5 mois **(Laumonier 1979)**. Sa période végétative est courte qui passe par 6 stades, selon **Planquart (1987)** :

- a) **Stade levée** : dure en moyenne 8 à 12 jours dans une température de 8 à 10°C, elle correspond à la sortie de la première paire de feuilles.
- b) **Stade deux feuilles** : correspond à l'apparition des deux premières paires de folioles.
- c) **Début de floraison** : consiste l'apparition des bouquets floraux.
- d) **Stade de pleine floraison** : c'est la chute physiologique des bouquets floraux et le début de la formation des gousses.

- e) **Maturité** : c'est le grossissement des gousses qui précède la récolte.
- f) **Récolte** : la complétion des stades de développement et se préparer à faire la cueillette.

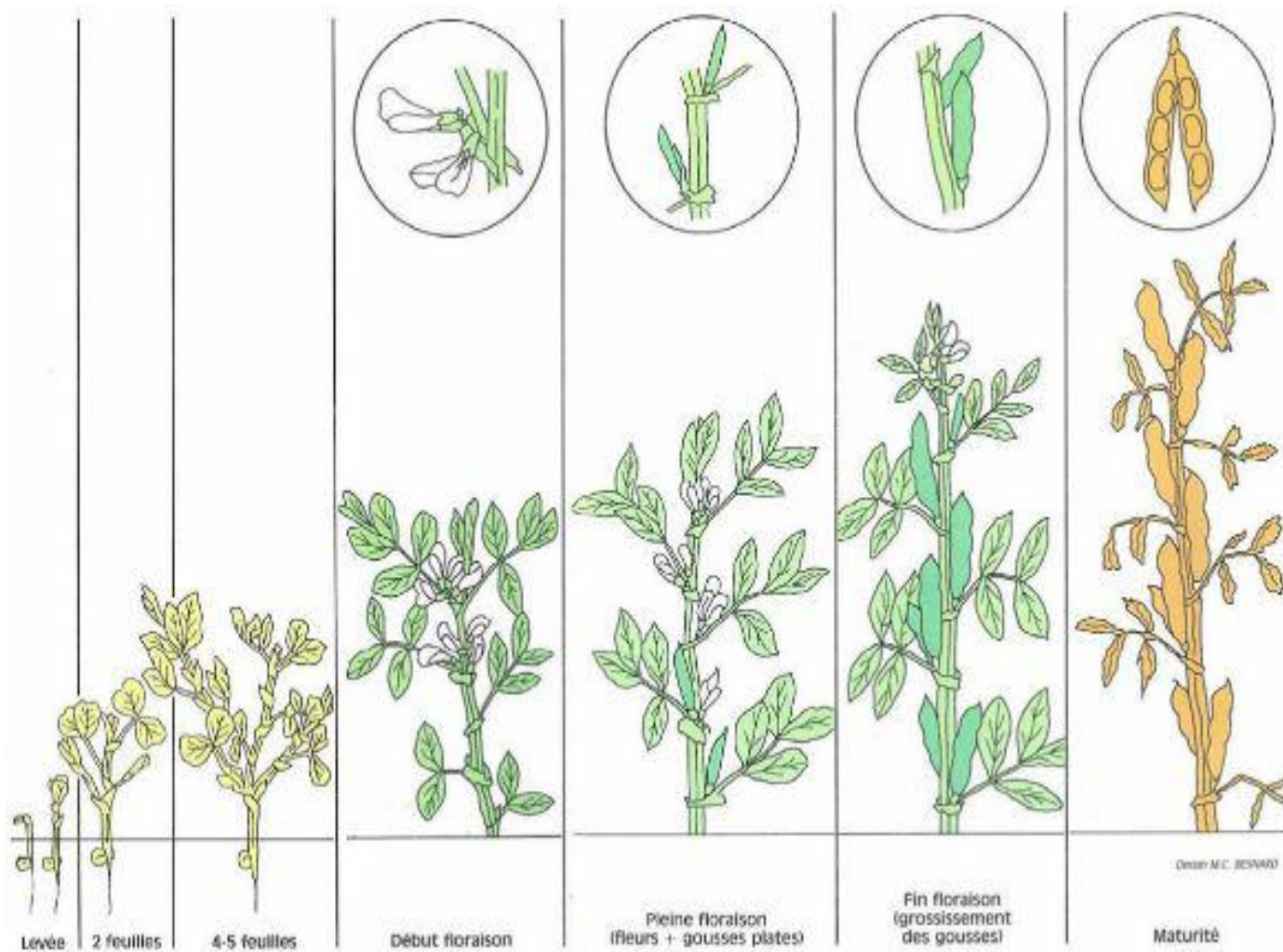


Figure 01 : Cycle phénologique de la fève.

1.4 Position de la culture de la fève en Algérie

En Algérie, la fève est cultivée sur les plaines côtières et les zones du sublittoral. Elle occupe la 1^{ère} place parmi les légumineuses.

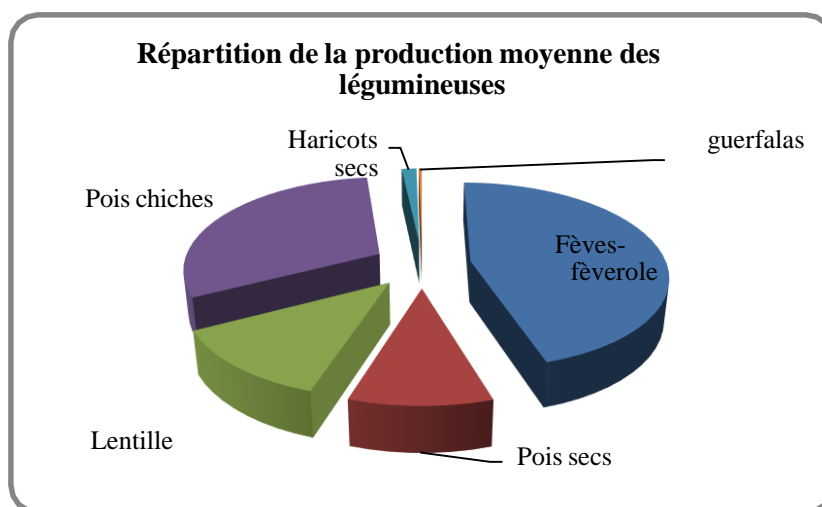


Figure 02 : Répartition de la production moyenne des légumineuses durant la saison 2019. (MADR 2020).

La superficie consacrée pour cette filière est environ de 92 000 Ha, dont 42 % sont consacrées à la culture des fèves-fèverole, ensuite les pois chiches en 2^{-ème} place avec 32%, sur la même période des statistiques ont été faites l'Algérie a enregistré une production de légumineuses près de 980 000 Qx dont 45% du rendement est occupé par la fève. Cela reflète la bonne part de la *vicia faba* dans le domaine agricole en Algérie.

1.4.1 Les variétés de fève disponibles en Algérie

La culture de la fève connaît des différentes variétés distinguées, d'après l'**ITCMI** les variétés les plus cultivées sont :

- **Variété de seville** : est une variété précoce hâtive et de bonne vigueur présentant une tige de 0.7 m de haut. Elle se distingue par la couleur de son feuillage d'un vert assez franc. Ses gousses présentent une largeur d'environ 3 cm et une longueur près de 20 cm renfermant 5 à 6 grains volumineux.
- **Variété d'Aguadulce** : est une variété demi précoce, très répandue en culture, caractérisée par une végétation haute de 1 m jusqu'à 1.20 m en moyenne, les gousses sont volumineuses de couleur vert franc, très longues pouvant atteindre 20 cm renfermant 7 à 9 graines. Elle est classée comme variété très productive.
- **Variété Muchaniel** : est une variété relativement précoce et productive, elle a des gousses de couleur vert clair, d'une longueur de 20 cm, qui renferment 5 à 6 grains blancs
- **La fèverole** : selon Zaghouane (1991), la seule variété cultivée en Algérie est « Sidi Aich ». Elle est cultivée dans les régions montagneuses notamment la Kabylie, par rapport à sa résistance aux basses températures et son système racinaire très puissant.

1.5 Exigence pédoclimatique de la fève

1.5.1 Exigences hydro-pédologiques

- **Sol** : le type du sol préférable pour la culture de la fève est un sol limoneux sablonneux et qui est bien drainé ; ou dans les terres légères qui contiennent un fort pourcentage en matière organique, contrairement à la chaux qui doit être avec des faibles pourcentages (**Al-Bahra et Deghestani 2003**).
- **Eau** : l'espèce est très exigeante en humidité notamment pendant les périodes initiales de son développement. La fève durant les stades de floraison et développement est en hypersensibilité vis-à-vis du stress hydrique, pour cela il faut intervenir par arrosage ou irrigation en cas de faibles précipitations (**Chaux et Furry 1994**).

1.5.2 Exigences climatiques

Selon **Laumonier (1979)**, la fève est exigeante en :

- **Températures** : l'optimum des températures pour la graine de la fève est près de 5°C, et pour le développement végétatif elle est entre 15 et 25°C.
- **Lumière** : la fève est très exigeante en luminosité, donc elle doit être mieux exposée à la source de lumière.
- **Humidité** : l'exigence en humidité est élevée notamment pendant les périodes initiales de développement, cela pour favoriser la germination.

1.5.3 Les exigences agronomiques

- **Préparation de la parcelle** : D'après **Chaux et Foury (1994)** avant le semis, un labour profond est recommandé afin d'assurer une bonne autonomie vis-à-vis de ses besoins en eau et garantir une bonne fixation au sol grâce à son enracinement pivotant. Il est conseillé prendre en considération l'antécédent cultural, et suivre une succession de cultures sur la même parcelle afin d'éviter le développement de maladies, des ravageurs et parasites.
- **Semis** : la période du semis de la fève varie en fonction de la région et de variété. (**Laumonier 1979**). Le semis peut se faire à partir du mois d'Octobre jusqu'à la fin du février. En Algérie, le semis est réalisé en mois de novembre pour éviter la sécheresse printanière.

1.6 Les principales contraintes

Comme toutes espèces, la fève est exposée à des risques qui peuvent être soit abiotiques ou biotiques :

1.6.1 Les contraintes abiotiques

- La sécheresse constitue le stress abiotique le plus important, cette contrainte constitue un facteur limitant de la production dans les hauts plateaux et les plaines côtières, car la culture de la fève est très exigeante en eau.
- Le froid hivernal et les gelées printanières provoquent la coulure des fleurs et la mortalité des plantes qui montrent une formation de cristaux de glaces dans les espaces intercellulaires des tissus, par conséquent les cellules végétales se déshydratent ainsi la mort des plantes s'en suit (**Link et al., 2010**).

- Les fortes chaleurs causent un arrêt de croissance, des chloroses et peuvent conduire au flétrissement de la culture (**Chaux et Foury 1994**).
- La salinité est une contrainte qui concerne notamment les zones sahariennes, où les fèves sont irriguées avec d'eau assez chargées en sodium. L'effet du sel sur la plante et sur les propriétés physiques et chimiques du sol réduit la productivité (**Maatougui 1996**)

1.6.2 Les contraintes biotiques

D'après **Harry (2003)**, aucune variété n'a une résistance à toutes les maladies. Ces dernières peuvent diminuer la production, donc il faut développer une bonne compréhension des principales maladies et leurs stratégies de gestion.

- **Plantes parasites**

Parmi les majeurs plantes parasites nuisibles à la fève on cite :

- ✓ **Orbanche** : c'est une plante sans chlorophylle qui dépend entièrement de son hôte pour réaliser son cycle biologique (**Kharrat 2002**).



Figure 03 : P l a n t e de l'orbanche (INPV 2020).

- **Maladies cryptogamiques**

- ✓ **Les taches chocolat** : cette maladie causée par le *botrytis fabae* elles se manifestent sous formes de taches rouges-brunes sur les feuilles, la tiges et les gousses. Elle provoque une défoliation de la plante même sa mort (Cole, *al.*, 1998).



Figure 04 : Apparition de la maladie « taches de chocolat » sur les feuilles de fève (INPV 2020).

- ✓ **L'antracnose** : est une maladie cryptogamique due *Ascochyta fabae*, elle se manifeste par des taches rondes, brun chocolat. Elle se développe sur les feuilles, les tiges, les gousses et les téguments des graines. Elles peuvent se développer jusqu'à ce que des parties de la plante noircies (Kharrat 2002).



Figure 05 : Maladie de l'antracnose sur la plante de la fève (INPV 2020).

- ✓ **Rouille** : est une maladie qui touche les feuilles. Elle se manifeste par la présence de petites pustules brun-rouilles. L'agent causal est *uromyces fabae* (Emeran et al., 2011).



Figure 06 : Manifestation de la maladie de la rouille sur une feuille de la fève (INPV 2020).

- **Les ravageurs**

- ✓ **Nématodes** : *Ditylenchus dipsci* est un nématode qui limite le développement de la culture de la fève en provoquant des gonflements et des déformations de la tige avec la décoloration de différentes parties de la plante (Abbas 2001).



Figure 07 : Dégâts du nématode sur la partie aérienne de la plante de fève.

- ✓ **Le puceron noir** : *Aphis fabae* est un homoptère de 2 mm de long avec un corps trapu. Il forme des colonies de couleur noir mat déposées en manchon le long de la tige et principalement aux extrémités, provoquant l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles (Hamadache, 2003).



Figure 08 : Présence du puceron sur la plante de la fève.

- ✓ **Le bruche de la fève :** *Bruchus rufimanus* la femelle pond ses œufs sur les gousses et les larves de ce coléoptère se développent aux dépens des graines qui perdent leurs pouvoir germinatif (**Boughdad 1994**).



Figure 09 : le bruche de la fève

2 Pomme de terre

2.1 Origine et histoire de la pomme de terre

C'est une plante originaire d'Amérique du Sud, de la région qui s'étend du Chili au Venezuela le long de la cordillère des Andes jusqu'au nord du Mexique. (Marcel 2002).



L'Algérie a connu cette espèce vers le 16^{ème} siècle par les Maures Andalous. Durant la 2^{ème} moitié du 19^{ème} siècle les colons vont la cultiver pour leur usage, car les Algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30 et 40 du siècle dernier qui viendra à bout de cette opposition. (Meziane 1991).

Position systématique de la pomme de terre

Tableau 02 : position systématique de la pomme de terre.

Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Gamopétales
Ordre	Polémoniales
Famille	Solanacées
Genre	Solanum
Espèce	<i>Solanum tuberosum L</i>

2.1 Importance et valeur nutritive de la pomme de terre

Les nutriments apportés par la pomme de terre en font un produit quasiment indispensable de l'alimentation humaine, sa valeur énergétique est d'environ 90 Kcal, trois quarts de son poids est occupé par l'eau, elle est relativement riche en glucides. Cependant sa teneur en matière azotées et les lipides sont faibles. (Rousselle et al 1996).

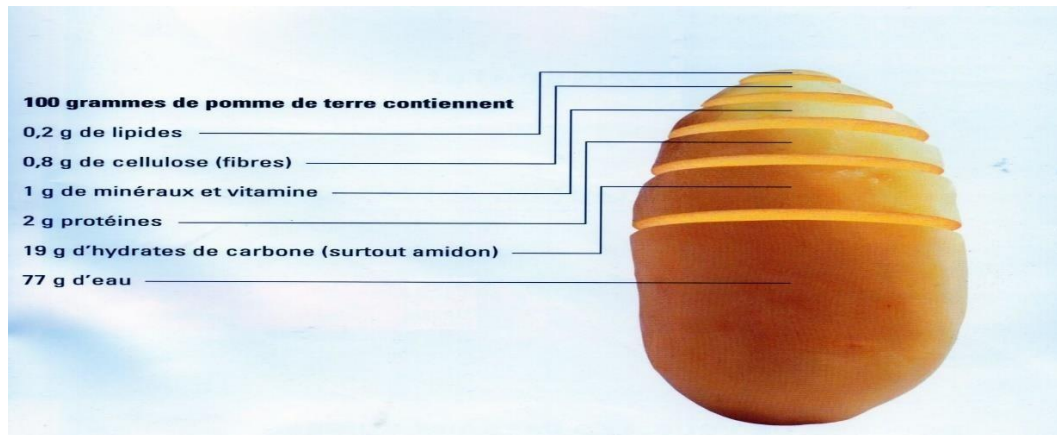


Figure 10 : les valeurs des éléments nutritives présents dans 100g de pomme de terre.

2.2 Cycle phénologique de la pomme de terre

En partant du stade tubercule germé, le cycle végétatif de la pomme de terre comprend quatre stades majeurs :

- **Stade de germination**

Selon l'échelle BBCH, le stade de germination est achevé lorsque les plantes émergent leurs germes et cotylédones pénètrent la surface du sol. La plante de la pomme de terre doit germer dans les trois premières semaines. **(Blom-Zandastra.2017)**.

- **Stade de développement végétatif**

Après la germination, les premières pousses se transforment en tiges devenant des pousses aériennes ou des stolons. Ce stade est caractérisé par l'émergence des premières feuilles et la formation des premières tiges aériennes en même temps que l'initiation des racines à ses extensions et ses ramifications. **(Grison 1983)**. Durant cette période la plante est dépendante des réserves du tubercule mère. **(Bernhards 1998)**.

- **Stade de tubérisons**

Après un certain temps variable selon les variétés et le milieu, les extrémités des stolons cessent de croître, se gonflent et forment les débuts tubercules. Tant que la plante n'est pas rentrée en senescence les tubercules continuent leurs grossissements. **(Prennec et Madec 1980)**.

- **Stade de maturation des tubercules et senescence de la plante**

Cette phase dure environ trois semaines. Il se caractérise par la formation de la peau du tubercule et leurs durcissements, ainsi que par la senescence de la plante par la chute de feuilles et l'affaiblissements du système racinaire et le tubercule atteint son maximum de développement. **(Prennec et Madec 1980)**.

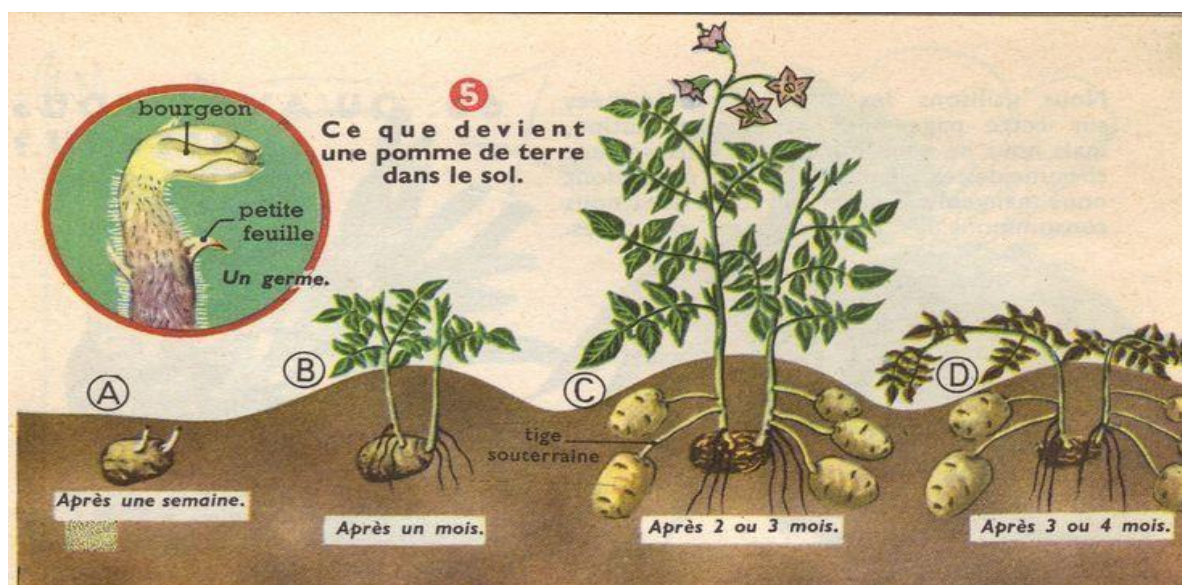


Figure 11 : le cycle phénologique de la pomme de terre.

2.3 Position de la pomme de terre en Algérie

La superficie consacrée aux cultures maraichères durant la dernière décennie est près de 492 000 ha, soit une augmentation de l'ordre de 46% par rapport à celle de la période antérieure. La pomme de terre accapare sur la plus grande part, qui est estimée à 147 587 ha soit 30% de la SAU consacrée pour le maraichage. (MADR 2020).

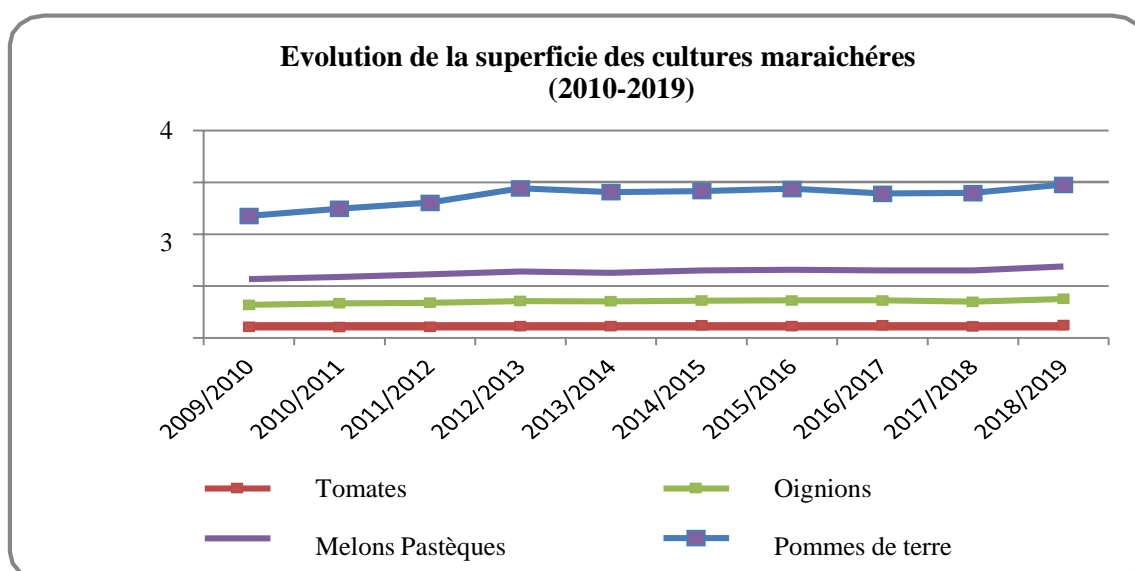


Figure 12 : évolution de la superficie des cultures maraichères du 2010 jusqu'à 2019

Elle occupe près de 25% de la production annuelle en maraichage, cela reflète l'importance de la culture de cette espèce et sa bonne part dans le marché algérien. (**Stat MADR 2020**).

Cette production se répartie sur plusieurs variétés cultivées. D'après l'**ITCMI**, plus de 120 variétés de pomme de terre sont homologuées, mais qu'une vingtaine sont cultivées tout le long de l'année, cela grâce à la diversité des agrosystèmes en Algérie. Néanmoins, certaines périodes correspondent à des périodes de culture représentant les principales productions à savoir :

2.3.1 La culture primeur

Elle représente 4% seulement de la production nationale et se localise notamment sur le littoral et dans certaines régions du sud (El Oued). Elle occupe une place mineure moins de 4500 ha où la plantation s'effectue en octobre-novembre et la récolte en février-mars. Les principales variétés cultivées durant cette période sont :

- ✓ **spunta** : c'est une variété demi-précoce d'une couleur de peau jaune, à rendement élevé avec des tubercules à gros calibre dans les conditions favorables. Elle est classée résistante vis-à-vis la sécheresse et la chaleur cependant elle est sensible aux attaques de maladies et de ravageurs. (**Gopex2021**).
- ✓ **Cimega** : c'est une variété demi précoce d'une couleur de peau jaune, d'un très haut rendement. Elle est peu résistante à la sécheresse et la salinité mais classée peu sensible aux maladies et ravageurs. (**Gopex 2021**).

2.3.2 La culture de saison

C'est la période quand la culture se pratique en plein champs dans presque toutes les régions du pays, avec près de 67 800 ha de superficies. La plantation se fait à partir de mi-mars et la récolte vers le mois de juin.

Les variétés cultivées durant cette saison sont : **Fabula, désirée....**

2.3.3 La culture d'arrière-saison

Elle se pratique essentiellement dans les régions littorales centre et ouest, occupe la seconde place avec 50 000 ha soit plus du tiers de la superficie globale consacrée pour la pomme de terre. La plantation s'effectue de la mi-juillet au mi-août et la récolte vers mi-octobre jusqu'à la fin du mois d'octobre.

Les variétés les cultivées sont : **Bartina ...**

2.4 Exigences pédoclimatiques de la pomme de terre

2.4.1 Exigences hydro-pédologiques

- **Sol** : les types des sols qui conviennent à la culture de la pomme de terre sont ceux qui sont bien meublés, aérés, profonds et fertiles ; riches en matière organique bien décomposée et suffisamment alimenté en eau. Un sol de température élevée provoque la pourriture des semences et réduit le taux de germination. (**Soltner 1988**).
- **pH** : la qualité des tubercules et le rendements sont fortement influencés par la nature du sol, la pomme de terre peut donner des bons rendements dans les sols légèrement acide où le pH est entre 5.5 et 6. (**Moule 1972**).

- **Salinité** : la pomme de terre est relativement tolérante à la salinité des sols ou l'eau d'irrigation par rapport aux autres cultures maraichères. Cependant, un taux élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. (**Bamouh 1999**).
- **Eau** : la culture de la pomme de terre est particulièrement sensible aux déficits et à l'irrégularité d'alimentation en eau notamment après sa levée. Cela est due à la faiblesse naturelle de son système racinaire. (**Rousselle et al 1996**).

2.4.2 Exigences climatiques

- **La température** : la croissance des plantes est vivement influencée par la température, les hausses T° stimulent la croissance des tiges ; cependant les basses T° favorisent la croissance des tubercules :
 - La T° optimale est entre 15.5° et 20 °C.
 - Moins de 10°C, la croissance est réduite.
 - A proximité de 1 °C la partie aérienne de la plante gèle.
 - Au-delà de 29°C, la tuberaison est inhibée. (**Laumonier 1979**).
- **La lumière** : la pomme de terre est parmi les plantes héliophytes. Ses besoins en lumière sont importants surtout dans la phase de croissance. Ce facteur est déterminant pour la photosynthèse et la richesse en fécule des tubercules. (**Moule 1972**).
- **L'humidité** : la pomme de terre est culture de la zone tempérée, elle exige une humidité abondante et régulière. La plante a besoin des grandes quantités de pluies, car 95% de l'eau absorbé par les racines passe dans l'air par transpiration. (**vanderzaag 1980**).

2.4.3 Exigences agronomiques

- **Préparation de la parcelle**

Elle consiste à assurer un bon contact entre la plante et le sol, la levée ainsi que le développement du système racinaire vont généralement tarder si le sol est mal préparé, où il doit être préparé sur une profondeur de 25 à 30 cm. Une telle couche favorise le l'aération du sol et assure un bon développement racinaire et facilite le buttage.

- **La plantation**

Elle dépend de la zone de production, la nature du sol, des conditions climatiques et la variété choisie, soit précoce, demi-précoce, tardive et demi-tardive. La période de plantation varie selon la saison de la culture soit : primeur, de saison ou arrière-saison

2.5 Les principales contraintes

Comme toutes espèces la pomme de terre est exposée à des risques naturels qui sont soit d'origine abiotiques ou biotiques :

2.5.1 Les contraintes abiotiques

- **Sécheresse**

Comme la pomme de terre est très exigeante en eau, donc un déficit ou une irrégularité en eau d'irrigation peut engendrer des complications et parfois la réduction des rendements et même le flétrissement des plantes.

- **Salinité**

Cette contrainte concerne notamment les régions sub-sahariennes et sahariennes où ces dernières années l'agriculture s'est focalisée. Pour cela il faut surveiller ce facteur, car un taux élevé de salinité du sol ou l'eau d'irrigation peut provoquer le blocage de l'absorption de l'eau par le système racinaire.

2.5.2 Les contraintes biotiques

Puisque la pomme de terre est cultivée en plein champs, donc elle est exposée à des risques d'attaques de maladies et des ravageurs, citons :

- **Maladies cryptogamiques**

- ✓ **Mildiou** : *phytophthora infestans*.



Figure 13 : le développement du mildiou sur les feuilles de la plante de pomme de terre.

- ✓ **Alternaria** : *alternaria solani*



Figure 13 : manifestation de la maladie d'alternaria sur les feuilles de la pomme de terre.

- **Maladies bactériennes**

- ✓ **Galles communes** : *streptomyces scabies*



Figure 14 : les dégâts engendrés par *streptomyces scabies* sur le tubercule de la pomme de terre.

- **Insectes et ravageurs**

- ✓ **Teigne** : *photmae operculilla*



Figure 15 : le ravageur ; teigne sur la face inférieure de la feuille.

- ✓ **Doryphores** : *leptinotarsa decclineata*



Figure 16 : le ravageur ; doryphore sur la feuille de la plante de la pomme de terre

3 L'ail

3.1 Origine et historique de l'ail

Les premières traces de l'utilisation de l'ail remontent à plus de 5000 ans et se situent sur le littoral de la mer Caspienne, dans les plaines des pays frontaliers à l'est (actuel Kazakhstan et Ouzpakéstan)., viennent ensuite les marchands, les marins, les aventuriers ou encore les nomades ont permis à l'ail de se répandre dans le reste du monde. (Senniger 2009), notamment chez les Egyptiens en Afrique du Nord au temps des Pharaons où les ouvriers travaillant à la construction des pyramides reçoivent une ration quotidienne d'ail, d'après Clebert cela les permettent d'augmenter leur endurance et maintenir leurs santés. Comme la civilisation égyptienne à cette époque-là était mieux avancée, elle était une cible d'autres civilisations pour progresser leurs connaissances et leurs savoirs, cela a permet à l'ail de se propager en Afrique notamment celle du Nord.



L'ail c'est une plante pérenne herbacée, bulbeuse atteignant 25à 60 cm de hauteur, avec une odeur forte piquante. Sa partie aérienne a des feuilles plates, longues et étroites, la tête d'ail est un bulbe constitué par des caïeux fixés sur un plateau d'où partent les racines. Ses fleurs sont groupées en ombelles assez peu nombreuses d'une couleur blanche ou rose et s'épanouissent en été. Le fruit est une capsule à trois loges même si ceci se produit rarement.

La position systématique de l'ail :

Tableau 03 : la position systématique de l'ail

Règne	Plantae
Embranchement	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Liliales
Famille	Liliaceae
Genre	Allium
Espèce	<i>Allium sativum</i>

3.1 Importance et valeur nutritive de l'ail

L'ail est un aliment très apprécié, un condiment commercialisé dans le monde entier, également cultivée pour son fruit qui sert à l'alimentation humaine, constituée de près de 64% d'eau et il apporte environ 130 Kcal/100g, dans ce cas il doit son apport énergétique principalement à ses glucides. Une gousse d'ail apporte en moyenne 8 Kcal qui est négligeable, en matière de protéines sur 100g l'ail apporte 5.81g, une quantité supérieure à celle apportée par les herbes. Ses protéines présentent une concentration particulière en acides aminés soufrés. Ce fruit apporte une teneur en fibre de 4,7g/100g. (Senniger 2009).

Cette plante possède également des propriétés pharmacologique et thérapeutique fort-intéressantes. Cette plante est considérée une source importante de composés soufrés ou composés organo-soufrés ; ce sont des molécules avec un ou plusieurs atomes de soufre dans leur formule chimique qui sont responsable principalement des effets bénéfiques de l'ail pour la santé. (Santhose et al 2013).

3.2 Cycle phénologique de l'ail

Selon l'échelle **BBC**H la plante de l'ail passe par 8 stades principaux sur une durée moyenne de 4 à 5 mois ; selon la variété, le type du sol, et les conditions climatiques de la zone de production.

- **Stade germination, bourgeonnement**
Il correspond à la phase qui suit l'imbibition de la graine et la sortie de la radicule de la graine et l'apparition de racines fines, puis la levée ; les cotylédones percent la surface du sol.
- **Stade crochet**
Appelé crochet par rapport à la forme que les cotylédones verts donnent après leur développement.
- **Stade flagelles**
Après le développement des cotylédones la forme en crochet disparaîtra puis donne une forme de fouet
- **Apparition du feuillage**
Consiste l'apparition d'une ou deux feuilles qui ne dépasse pas les 3 cm
- **Stades 3 à 4 feuilles**
Après plusieurs jours, le développement du feuillage donne naissance à d'autres feuilles moins de taille que les premières.
- **Développement des organes végétatifs et de récolte**
Consiste le grossissement et l'élongation du feuillage. Les organes de récolte qui sont les bulbes se gonflent jusqu'au moment quand ils atteignent près de 50% de leur taille finale.
- **Apparition de l'inflorescence**

A ce stade les bulbes atteignent leurs tailles maximales ; donc ils sont matures, et ses feuilles commencent à sécher et les premiers pétales vont apparaître.

- **Stade de senescence et récolte**

Durant ce stade le feuillage de la plante est fané, la plante dans la phase senescence où ses graines tombent et les bulbes sont prêts à les récoltés.

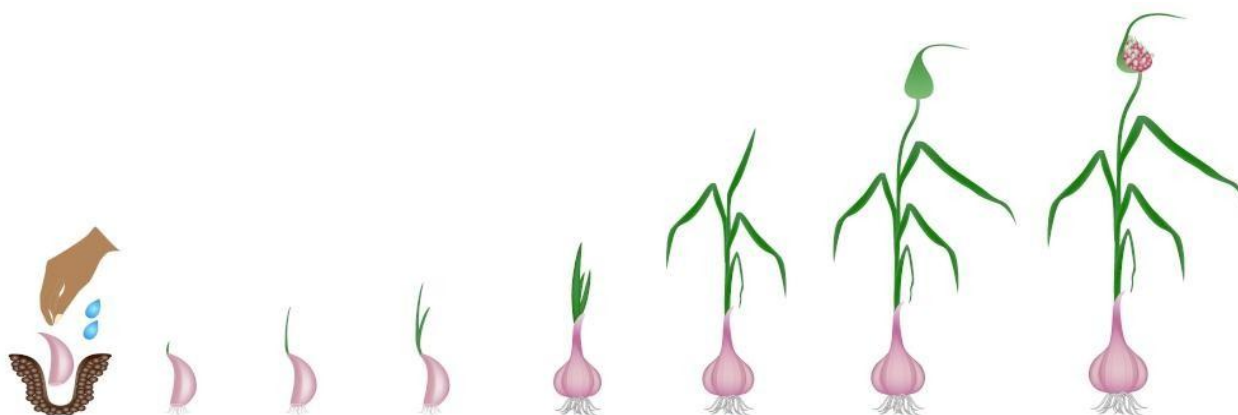


Figure 17 : cycle phénologique de la plante de l'ail.

3.3 La position de culture de l'ail en Algérie

L'Algérie est classée deuxième pays meilleurs producteur de l'ail à l'échelle du continent africain. (FAO 2019).

Cependant, la production de l'ail en Algérie est encore très faible contrairement à la production et consommation d'autres légumes durant l'année 2019. Cela s'explique par la consommation de l'ail qui n'est pas la même que celle des autres légumes comme l'oignon et la tomate. De plus, l'ail est utilisé pour assaisonner les plats, sert principalement de condiment. Cependant il est classé le deuxième allium le plus consommé après l'oignon.

L'ail est cultivé dans les différentes régions d'Algérie grâce à sa particularité de tolérance aux coups de froids, et procurent un meilleur rendement même sur les sols sablonneux.

Selon les statistiques de la FAO durant la saison 2019 l'Algérie a enregistré près de 200 000 t d'ail contrairement que 123 000 t durant la saison antérieure. Cela montre que durant ces dernière années l'importance de cette culture a augmentée.

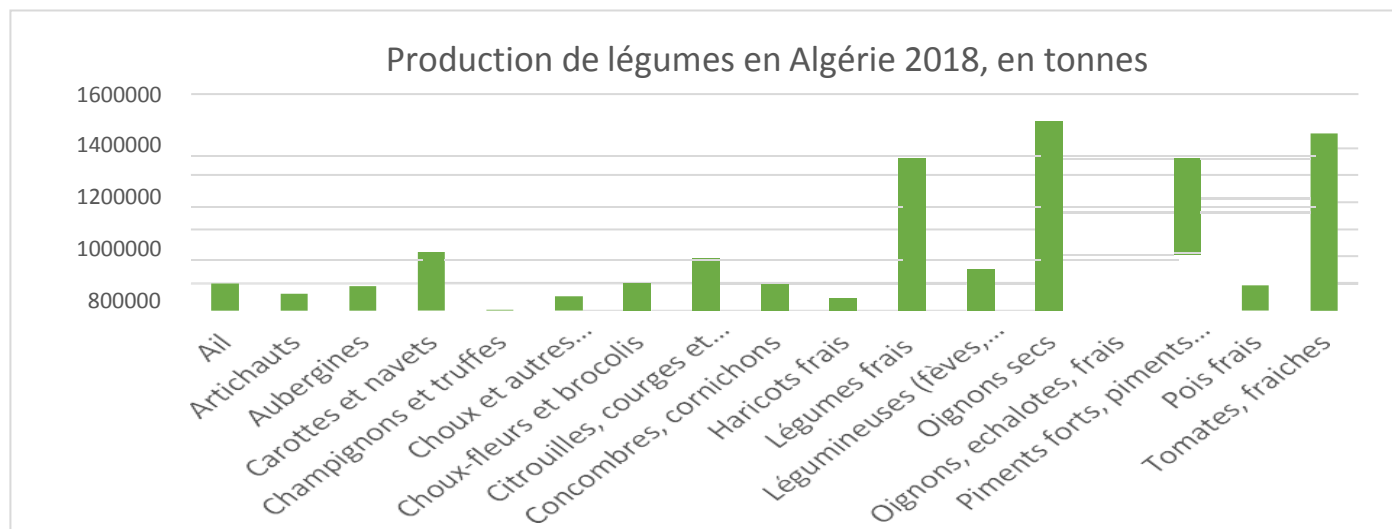


Figure 18 : production des légumes en Algérie pendant la saison 2018-2019 (FAO).

Ces rendements enregistrés sont sûrement divisés sur un nombre de variétés distingués qui sont cultivés sur le territoire national.

Selon l'ITCMI, les variétés les plus cultivées en Algérie sont :

- Rose de Kabylie
- Rouge locale
- Rouge de Béchar
- Rouge d'Espagne
- Rouge d'Iran
- Thermidrome
- Messidrome
- Fructidor

3.4 Exigences de la culture d'ail

3.4.1 Exigences hydro-pédologique

- **Sol**

Cette culture préfère les sols argileux-calcaires, limoneux, bien drainés sans excès d'azote. Les sols très légers sont à éviter, sauf s'ils ont la possibilité d'être irrigué.

- **pH**

L'ail aime bien les sols avec un pH neutre ou plus au moins acide, l'optimale est entre 6 à 7.5.

- **Eau**

La culture de l'ail est très exigeante en eau, cela notamment durant la période de la levée et lors du grossissement des bulbes. Toute déficience en eau durant cette période entraîne une perte du rendement, ainsi un sol sec et tassé peut engendrer la déformation des bulbes.

3.4.2 Exigences climatiques

- **Température**

Les T° préférées par la culture de l'ail sont ceux qui assure un climat doux, soit entre 20 et 24°C. ses caïeux tolère les coups de froids et les gelés.

- **Lumière**

Un taux d'insolation journalier long est pratiquement favorable pour l'ail, car est une plante qui nécessite une bonne exposition à la lumière.

- **Humidité**

Un taux élevé d'humidité du sol lors des premiers jours de la plantation favorise la germination. Cependant, l'humidité élevé de l'air peut provoquer le développement des maladies cryptogamique.

3.4.3 Exigences agronomiques

- **Préparation de la parcelle**

La préparation du sol de la parcelle doit être adéquate de façon à éliminer les mauvaises herbes vivaces, à amender le sol avec la matière organique et consiste à ajuster le pH.

- **Plantation**

Elle est réalisée de façon mécanique ou manuelle ; la mise en terre mécanique des caïeux et moins régulière qu'à la main, mais elle est plus rapide, moins pénible. Les caïeux sont plantés un à un de façon verticale avec la pointe dirigée vers le haut. (Allen 2009).

Une adaptation des densités de plantation en fonction de calibre planté tout fois est nécessaire. (Ctifl 2012).

3.5 Les principales contraintes

Comme toutes plantes cultivées en plein champs, l'ail est exposé à des risques qui déstabilisent la physiologie de la plante, dérèglent ses métabolismes ou parfois la perte de la plante. Ces risques peuvent être d'origine abiotiques ou biotiques, ils se résument dans :

3.5.1 Les contraintes abiotiques

- **Sécheresse**

L'ail est sensible au stress hydrique durant tout son cycle. Cependant, le stress hydrique spécialement pendant la période de floraison et développement des bulbes causent des réductions de rendement plus importantes.

En cas de déficit pluviométrique l'irrigation est nécessaire.

- **Salinité**

Cette contrainte consiste les régions sub-sahariennes et sahariennes, où ses sols et ses eaux d'irrigation sont chargés de sodium. L'ail est sensible vis-à-vis la salinité, c'est dans ce cas il faut régler la salinité du sol et d'irriguer avec de l'eau moins chargés en sodium.

3.5.2 Les contraintes biotiques

- **Maladies cryptogamiques**
 - ✓ **Rouille** : *puccinia allii*



Figure 19 : la manifestation de la maladie de la rouille sur les feuilles de la plante d'ail (**AgroBase**).

- ✓ **Pourriture blanche** : *sclerotenium cepivorum*



Figure 20 : dégâts causés par la pourriture blanche sur le bulbe d'ail (**INPV 2020**).

- Insectes et ravageurs
 - ✓ Mouche de l'oignon : *delia antiqua*



Figure 20 : l'insecte la mouche de l'oignon

- ✓ Teigne du poireau : *acrolpiopsis assectella*.



Figure 21 : l'insecte la teigne du poireau

1 Matériels utilisés

1.1 Présentation du site expérimental :

L'essai est réalisé au niveau de la station expérimentale de l'ITMAS de Boukhalfa, durant une période de 6 mois ; soit de la fin du mois de Novembre 2022 jusqu'au mois de de Mai 2023.

1.1.1 Situation géographique du site expérimental

La station expérimentale ITMAS (Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture de Montagne) est située dans la localité de Boukhalfa en zone montagneuse d'une altitude près de 300m d'altitude, à cinq kilomètres au nord-ouest du chef-lieu de la commune de Tizi-Ouzou (Figure 22).



Figure 22 : Localisation par satellite de la station expérimentale de l'ITMAS de Boukhalfa. (Google Earth, 2023)

La superficie totale de la station est de 30,13 ha, délimitée par :

- **Au Nord** : par la route menant vers Tizirt.
- **Au sud** : par l'exploitation agricole SBAlHI.
- **A l'est** : par la route reliant Boukhalfa à la ville de Tizi-Ouzou.
- **A l'ouest** : par la route reliant Boukhalfa à Draa Ben Khedda.

1.1.2 Paramètres climatiques

L'essai est réalisé en plein champs, les facteurs climatiques sont très importants car ils influencent les paramètres de croissance des cultures. Parmi ces facteurs on prend en considération la température, les précipitations et l'humidité relative de l'air. Selon les données enregistrées par le collectif de l'équipe d'adhérents de l'association info-climat, on a pu élaborer les tableaux 4, 5 et 6.

1.1.2.1 La température

Les températures enregistrées durant l'essai sont variables, le tableau 4, récapitule les températures durant cette période, soit du mois de novembre 2022 jusqu'au mois de juin 2023.

Tableau 04 : Températures mensuelles enregistrées du mois de novembre 2022 jusqu'au mois de juin 2023.

Mois	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
T° Max (°C)	31.9	25.8	20.6	26.4	29.8	38.4	33.3	41.7
T° Min (°C)	7.2	8.0	2.2	2.9	3.9	3.7	11.2	15
T° Moy (°C)	19.5	16.9	11.4	14.65	16.85	21.05	22.25	28.35

Selon les données du tableau 4, on enregistre :

- Le cumul des températures durant cette période qui est de 150.95 °C.
- Le mois le plus froid est le mois du Janvier avec une température moyenne de 11.4°C.
- Le mois le plus chaud est le mois de juin avec une température moyenne de 28.35°C.

1.1.2.2 Les précipitations

Elle est considérée comme un facteur majeur pour la conduite des cultures, sur le long du cycle végétatif des cultures, les taux de précipitation enregistrés sont récapitulés dans le tableau 5.

Tableau 05 : Taux des précipitations enregistrées du mois de novembre 2022 jusqu’au mois de juin 2023.

Mois	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
Précipitation (mm)	102.2	38	155	64.6	42.5	6.0	157	43.5

A partir du tableau 5, on distingue deux périodes : le mois le plus pluvieux est le mois de Mai avec 157 mm, et le mois le plus sec le mois d’avril avec 6.0 mm seulement.

1.1.2.3 L’humidité relative de l’air

Au cours de l’essai, les valeurs du taux d’humidité sont enregistrées et sont récapitulées dans le tableau 6.

Tableau 06 : Taux d’humidité enregistrés du mois de Novembre 2022 jusqu’au mois de juin 2023.

Mois	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
Humidité (%)	66	67	78	75	70	61	81	77

Selon le tableau 6, on distingue deux périodes : le mois de Mai est le plus humide avec un taux d’humidité de 81 %, et le moins humide est le mois d’Avril avec un taux d’humidité de 61%.

1.1.3 Le sol

Le sol de la parcelle ayant servi comme support pour nos cultures est de type limono-argileux, pauvre en azote, moyennement riche en phosphore et bien pourvu en potassium. La parcelle d’essai présente une faible pente, qu’il faut prendre en considération lors du traçage des sillons et des billons pour minimiser les dégâts d’érosions par les cours d’eau.

1.2 Matériel végétal

1.2.1 La fève

La variété de fève cultivée lors du notre essai est une variété locale, d'après l'évaluation de ses caractéristiques il s'agit de la variété « Sidi Aich » qui est cultivée notamment dans les régions montagneuses. La semence a été achetée chez le Relais Vert au niveau de Tizi-Ouzou. A la fin du son cycle végétal, les gousses sont récoltées puis destinées à la consommation au niveau de l'ITMAS de Boukhalfa.

1.2.2 La pomme de terre en association

La variété de pomme de terre plantée est la "spunta", c'est une variété importée, d'origine Néerlandaise. La semence a été achetée chez un grenetier au niveau de la ville de Tizi-Ouzou. A la fin du son cycle végétatif, les tubercules ont été récoltés puis mis à la disposition des travailleurs de l'ITMAS.

1.2.3 La culture de l'ail en bordure

La variété d'ail planté dans l'expérimentation est une variété locale, il s'agit de la Rouge locale. La semence a été achetée au niveau du Relais Vert à Tizi-Ouzou. A la fin du cycle végétatif, les bulbes n'ont pas pu être récoltés à cause de l'inondation due aux intempéries au mois de Mai. Cela a provoqué la mort des plantes ainsi la perte des bulbes.

1.3 La fertilisation

Au cours de notre essai on a utilisé deux types de fertilisations, l'une organique et l'autre minérale.

1.3.1 Fertilisant organique : grignon d'olive

Il existe plusieurs fertilisants organiques d'une valeur agronomique importante, tels que le marc du café, le fumier, le grignon d'oliv. lorsqu'on s'intéresse à ce dernier qui a été utilisé durant notre essai, il est obtenu à partir de la trituration des olives. Il est composé majoritairement de fraction riche en lignine provenant des fragments des noyaux et l'autre partie renferme principalement des glucides sous forme de cellulose et de l'hémicellulose, et le reste est composé de protéines et de l'huile résiduelle qui dépend de la technique d'extraction. (Nefzaoui 1984). D'après la même source, les compositions physicochimiques du grignon d'olives sont récapitulés dans le tableau 7.

Tableau 07 : le résultat d'une étude physicochimique sur le grignon d'olive.

Matière sèche	Matières minérales	Matières azotées normales	Cellulose brute	Matières grasses	pH	Humidité
75 à 80%	3 à 5%	5 à 10%	35 à 50%	8 à 15%	6 à 7	55%

(Nefzaoui,1984)



Figure 23 : Grignon d'olive utilisé lors de l'expérimentation.

Ainsi, d'après une étude faite à l'INSID sur des échantillons du grignon d'olive utilisé dans l'essai, le résultat de cette étude est récapitulé dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Caractéristiques physicochimiques du grignon d'olive utilisé durant l'essai.

Paramètres	pH	Phosphore totale	Potassium totale
Valeurs	5.28	1.29%	0.60%

(INSID, 2023).

Le grignon d'olive utilisé pour notre essai est légèrement acide, riche en phosphore et en potassium. C'est une source naturelle d'élément nutritif important pour la culture. Son apport est fait d'une manière homogène pour les plants des blocs où l'association des trois cultures est faite, cela est fait autour des plants à l'aide d'un récipient qui a une capacité de 200 g. L'opération est refaite chaque deux semaines.

1.3.2 Fertilisation minérale

Durant notre essai, on a utilisé le potassium comme fertilisant minéral, c'est un engrais foliaire. Il est appliqué à l'aide d'un pulvérisateur manuel, la méthode nécessite le respect du dosage recommandé qui est de 9 ml de potassium pour 1 litre d'eau. La pulvérisation doit toucher les faces supérieures et inférieures des feuilles de la plante.

Figure 24: le fertilisant minéral utiliser lors de l'essai.



2 Méthode d'étude

2.1 Dispositif expérimental

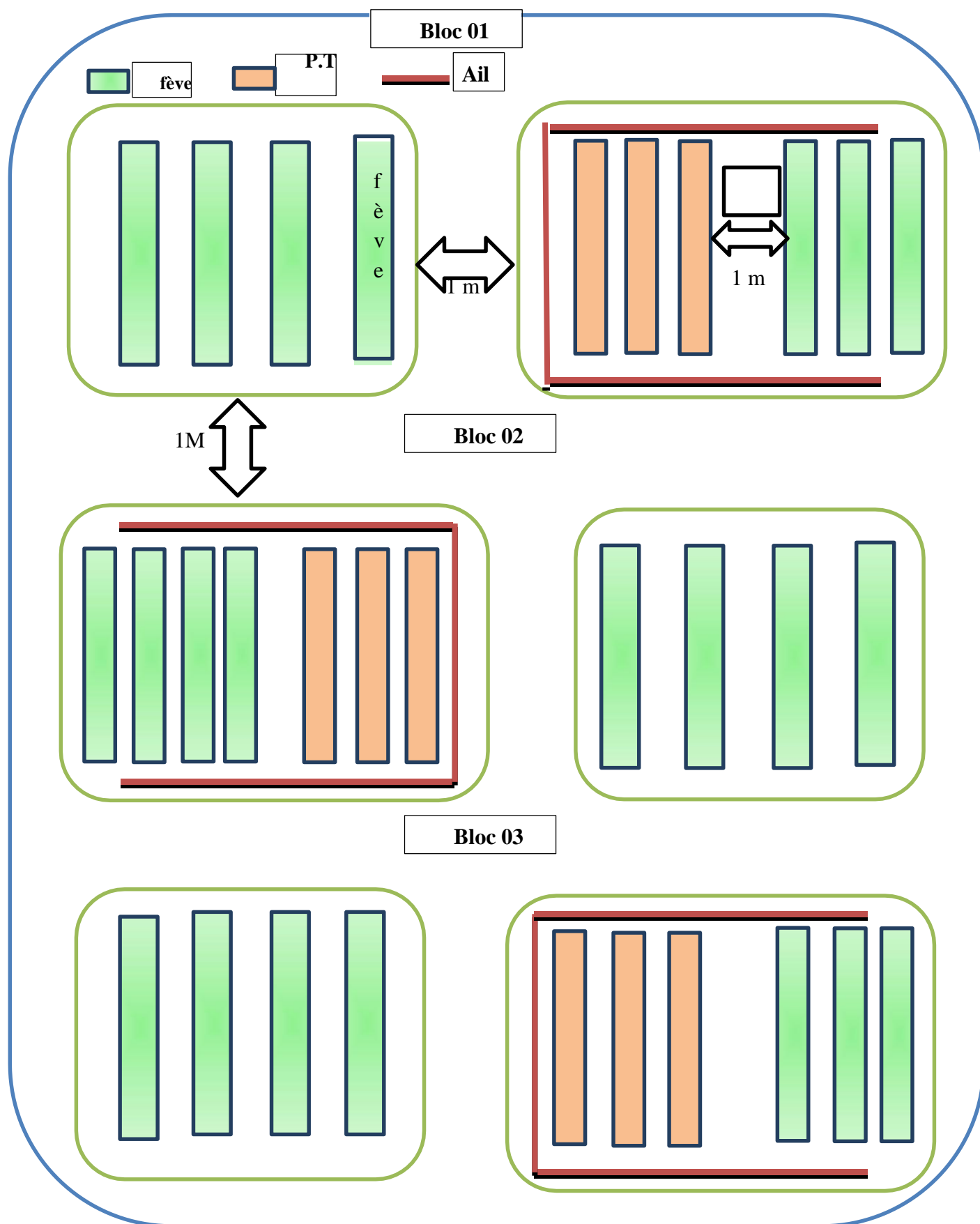
Le dispositif expérimental retenu est en bloc aléatoire complet avec trois répétitions. Nous avons deux facteurs :

- La fertilisation : soit organique ou minérale.
- L'association de culture : soit la culture principale est associée ou non-associée.

Les caractéristiques du dispositif sont :

- La longueur de l'essai : 15 m
- Largeur de l'essai : 10m
- Surface de l'essai : 150 m².
- Nombre de blocs : 3 blocs
- Distance entre les blocs : 1 m.
- Longueur du bloc : 4.50 m.
- Largeur du bloc : 3 m.
- Distance entre les plants :
 - Fève : 0.16 à 0.20 m
 - Pomme de terre : 0.30 m
 - Ail : 0.17 m
- Distance entre les lignes :
 - Fève : 0.50 à 0.70 m
 - Pomme de terre : 0.70 à 0.75 m
 - Ail : pas de distance entre les lignes. (Elle était plantée à la périphérie des parcelle élémentaire).
- Nombre de plants par bloc :
 - Fève : 49 plants.
 - Pomme de terre : 15 plants.
 - Ail : 25 plants.
- Nombre total de plants : 267 plants.

Le dispositif expérimental :



2.2 Itinéraire technique des cultures

2.2.1 La fève

Tableau 09 : itinéraire technique de la fève.

Opérations culturales	Dates de réalisation
Labour	06/11/2022
Traçage et plantation	20/11/2022
Binage, buttage et désherbage manuelle	14 et 15/02/2022
Fertilisation organique	20/01/2023, 20/02/2023, et 10/03/2023
Fertilisation minérale	20/02/2023, 10/03/2023, et 29/03/2023.
Récolte	22/04/2023.

2.2.2 La pomme de terre

Tableau 10 : itinéraire technique de la pomme de terre.

Opérations culturales	Dates de réalisation
Labour	06/11/2022
Traçage et plantation	21/11/2022
Binage, buttage et désherbage manuelle	14 et 15/02/2022
Fertilisation organique	20/01/2023, 20/02/2023, et 05/03/2023
Traitement phytosanitaire	16/02/2023
Récolte	22/04/2023.

2.2.3 L'ail

Tableau 11 : l'itinéraire technique de l'ail.

Opérations culturales	Dates de réalisation
Labour	06/11/2022
Traçage et plantation	20/11/2022
Binage, buttage et désherbage manuelle	15/11/2022
Fertilisation organique	20/01/2023, 20/02/2023, et 10/03/2023
Récolte	/

2.3 Entretien des cultures

2.3.1 La fève

2.3.1.1 Le labour

C'est une opération culturale qui vise à retourner le sol et l'exposer au soleil. Elle est réalisée d'une manière manuelle à l'aide d'une charrue à dents.

2.3.1.2 Traçage et plantation

Après avoir divisé la parcelle en 3 blocs, et tracer les lignes afin de respecter les distances recommandées entre les lignes et entre les plants, c'est le tour de la plantation qui est faite manuellement à une profondeur de 4 à 5 cm.

2.3.1.3 Binage et buttage

Ce sont des opérations culturales qui consiste d'ameublir la terre en la retournant afin d'éliminer les adventices, assurer l'aération du sol et de diminuer l'évaporation de l'eau.

2.3.1.4 Désherbage manuelle

C'est une opération manuelle qui consiste d'éliminer les mauvaises herbes pour limiter leurs développements, de les empêcher de conquérir les plants de fèves et augmenter la production.

2.3.2 Pomme de terre

2.3.2.1 Le labour

Avant la plantation, il est nécessaire d'effectuer un labour qui consiste retourner le sol et de l'aérer afin qu'il soit léger et plus pratique.

2.3.2.2 La plantation

Après avoir tracer les lignes en respectant les distanciations, la plantation se fait manuellement, en mettant les germes vers le haut.

2.3.2.3 Binage et buttage

Ce sont deux opérations nécessaires qui consiste d'ameublir le sol en retournant la terre afin d'assurer une bonne aération du sol, diminuer l'évaporation de l'eau et augmenter la production.

2.3.2.4 Désherbage manuel

Il consiste à éliminer les mauvaises herbes concurrentes de la pomme de terre et ceux qui sont nuisibles. Cela permet aux plantes de pomme de terre de croître et produire mieux.

2.3.2.5 Traitement phytosanitaire

Certaines plantes de pomme de terre ont été infestées par la maladie fongique du genre *Alternaria* qui est due à l'agent causal *alternaria solani*, et d'autres par le mildiou *phytophthora infestans* pour lutter contre ces deux maladies, on a osé d'utiliser deux fongicides systémiques qui sont : cymoxanil 30% et alliette flash à base de Fosetyl-aluminium 80%. La solution pour traiter les plantules est préparée avec le mélange de ces deux fongicides avec : 3g par 1 litre d'eau du fosetyl-aluminium et 2.5g de cymoxanil dans 1 litre d'eau. A l'aide d'un pulvérisateur manuel les feuilles des plantes de pomme de terre sont pulvérisées sur les faces inférieures et supérieure des feuilles.



Figure 25 : le matériel utilisé pour effectuer la fertilisation foliaire.

2.3.3 L'ail

2.3.3.1 Labour

C'est une opération culturale qui vise à retourner le sol et de l'exposer au soleil. Elle est réalisée à l'aide d'une charrue à dents.

2.3.3.2 Plantation

La plantation des caïeux d'ail est faite en orientant les germes vers le haut. Les lignes de plantation sont sur la périphérie des parcelles élémentaires concernées par l'association de cultures.

2.3.3.3 Binage et buttage

Ce sont des opérations culturales qui consiste d'ameublir la terre en la retournant afin d'éliminer les adventices, assurer l'aération du sol et de diminuer l'évaporation de l'eau d'alléger le sol pour assurer le bon grossissement des bulbes.

2.3.3.4 Désherbage manuelle

Il consiste à éliminer les mauvaises herbes concurrentes de l'ail et ceux qui sont nuisibles. Cela permet aux plantes de l'ail de croître et produire mieux.

2.4 Les paramètres mesurés

Des paramètres de croissance et de production sont mesurés à la fin des cycles végétatifs des cultures et à la récolte des produits.

2.4.1 Paramètres de croissance

Sur tous les paramètres mesurés, le choix des plantes échantillonnées est fait au hasard. Pour chaque ligne de la parcelle élémentaire on prend une plante, soit 7 plantes de fève pour chaque bloc et 3 plants de pomme de terre pour chaque bloc.

2.4.1.1 La hauteur finale des tiges

Elle consiste à mesurer la taille des tiges à la fin du cycle végétatif ; lors de la récolte à l'aide d'un mètre ruban.

2.4.1.2 Le nombre de tiges par plant

Ce paramètre peut exprimer la vigueur de la plante, et peut être considéré comme une source de production et du rendement. La méthode consiste de compter le nombre de tiges d'une plante échantillon à la fin de son cycle végétatifs.

2.4.2 Paramètres de production

2.4.2.1 Nombre de tubercules ou gousses par plant

Lors de la récolte, on a compté le nombre de tubercule et de gousses de chaque plante qui représente l'échantillon de la parcelle élémentaire.

2.4.2.2 Le poids moyen d'un tubercule ou gousse

Il comporte l'élément essentiel du rendement, en mesurant le poids du produit de la plante échantillon puis le diviser sur le nombre de tubercules ou de gousses produits par cette plante, on obtient le poids moyen d'un tubercule ou d'une gousse.

2.4.2.3 Le rendement

Il est considéré comme le paramètre majeur pour montrer l'effet réel de l'association de cultures et celui des deux types de fertilisations

- **Le rendement réel** : c'est le poids total des tubercules récoltés par parcelle élémentaire ou superficie cultivée.
- **Le rendement potentiel** : il est calculé avec la forme suivante :

R_p = nombre moyen de gousses par plant × poids moyen d'une gousse par plant × la
Densité de plantation.

1 Résultat et discussion

Le sol ayant servi de support pour nos cultures au cours de l'expérimentation, est de texture limono-argileuse, faiblement pourvu en azote, pauvre en phosphore et bien pourvu en potassium. Les tableau 9,et 10 récapitulent les résultats d'analyse physicochimiques du sol. Les résultats de l'analyse du sol sont menés par le personnel de l'INSID (2023

Tableau 09 : résultats d'analyses physicochimiques du sol.

Caractéristiques physico-Chimiques	Résultats	Interprétation des résultats
Argile %	29,55	Le sol est limono-argileux (sol lourd)
Limon Fin %	29,75	
Limon Grossier %	28,40	
Sable Fin %	15,35	
Sable Grossier %	3,05	
PH eau	8,14	Basique
Conductivité électrique C.E (ds/m)	0,345	Non salé
CaCO ₃ Calcaire (%)	7,95	Moyennement calcaire
Matière Organique M.O (%)	1,73	Faible
N (%)	0.003	Très faible
Capacité d'échange cationique meq/100g	20,50	Moyenne
Phosphore P ₂ O ₅ (ppm)	48,44	Moyennement riche
Potassium K ₂ O (meq/100g)	591,93	Bien pourvu

(source: Originale, 2023)

Ainsi les résultats de l'analyse physicochimique du grignon d'olive utilisé lors de l'expérimentation, ont montré que la teneur en phosphore total est de 1.29 % et une teneur en potassium 0.60%, et une légère acidité par rapport au pH qui est de 5.28.

Tableau 11 : Résultat des analyses de l'échantillon de grignon d'olive.

Echantillons	Grignon d'olive
pH	5,28
Phosphore Total% MS	1,29
Potassium Total % MS	0,60

(Source : INSID, 2023)

1.1 Paramètres mesurés

1.1.1 Longueur moyenne des tiges

La hauteur des tiges est une expression de la vigueur et du développement de la plante, les mesures ont été faites à l'aide d'un mètre ruban en mesurant la taille des tiges prises comme échantillons. Durant cet essai on a enregistré une valeur maximale de la hauteur de tige (112,533m) pour la fève seule et une valeur minimale (109,767m) pour l'association de cultures.

Tableau 12 : Longueur moyenne des tiges.

1 (ASSOCIAT)	2 (FEVE)
109,767±7,156	112,533±7,156

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 13) ne montrent aucune différence significative pour le facteur espèce. L'absence de différence est peut-être due au type du sol relativement lourd et moins humide, cela a empêché la germination des graines.

Tableau 13 : Résultats de l'analyse de la variance sur la longueur moyenne des tiges.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	224,515	5	44,903				
VAR.FACTEUR 1	11,482	1	11,482	0,112	0,76259		
VAR.BLOCS	8,19	2	4,095	0,04	0,963		
VAR.RESIDUELL E 1	204,843	2	102,422			10,12	9,11%

1.1.2 Nombre moyen de tige par plant

Le nombre de tiges par plant est une expression de la vigueur et du développement de la plante, la valeur maximale enregistrée (5,997) est pour la fève en association et la valeur minimale (5,553) enregistrée chez la fève seule.

Tableau 14 : nombre moyen de tiges par plant.

1 (ASSOCIAT)	2 (FEVE)
5,997±0.255	5,553±0.255

Les résultats de l'analyse de la variance ne montrent aucune différence significative entre les espèces elle est peut due aux caractéristiques de la variété plantée qui a un faible pouvoir germinatif, et aux intempéries enregistrés lors du développement des plantules.

Tableau 15 : Résultats d'analyse de la variance du nombre moyen de tige par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,261	5	0,252				
VAR.FACTEUR 1	0,295	1	0,295	2,271	0,27167		
VAR.BLOCS	0,706	2	0,353	2,72	0,26901		
VAR.RESIDUELLE 1	0,26	2	0,13			0,36	6,24%

1.2 Les paramètres de production

1.2.1 Nombre moyen de gousses par plants

A la fin du cycle végétal ; lors de la récolte, on a compté le nombre moyen de gousses par plant, qui est un indicateur de rendement. Les résultats montrent que l'association de culture a mieux influencé le nombre moyen de gousses contrairement à la fève seule. Le nombre moyen de gousses par plant est enregistré chez la fève en association (9,33) et la valeur minimale chez la fève seule (6,887).

Tableau 16 : Nombre moyen de gousses par plant.

1 (ASSOCIAT)	2 (FEVE)
9,33±0,423	6,887±0,423

Les résultats d'analyse de la variance montrent une différence significative du facteur étudié sur ce paramètre. A cet effet, l'association de culture et l'usage du grignon d'olive utilisé ont positivement influencés le nombre moyen de gousses par plant. Cela est peut-être dû à l'interaction symbiotique entre les cultures associées, en première position, la culture d'ail en bordures qui a joué le rôle d'un répulsif biologique pour les insectes, notamment les fourmis qui sont attirés par les pucerons qui diminuent les capacités de la plante en production.

Tableau 17 : Résultats d’analyse de la variance du nombre moyen de gousses par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	14,59	5	2,918				
VAR.FACTEUR 1	8,955	1	8,955	25,04	0,03455		
VAR.BLOCS	4,92	2	2,46	6,878	0,12782		
VAR.RESIDUELLE 1	0,715	2	0,358			0,598	7,38%

Le test NEWMAN-KEUL fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur espèce, avec l’association en groupe A et la fève seule en groupe B. cela implique que si on doit choisir entre l’association et la culture seule pour le paramètre nombre moyen de gousses par plant, on finit par choisir l’association de culture (groupe homogène A).

Tableau 18 : Résultats du test NEWMAN-KEUL sur le nombre de gousses par plant.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	ASSOCIAT	9,33	A	
2.0	FEVE	6,887		B

1.2.2 Poids moyen d’une gousse

Le poids moyen d’une gousse est un paramètre du rendement. Durant notre essai, la fève seule a enregistré la valeur maximale (27,263g), cependant la fève en association a enregistré la valeur minimale (25,083g).

Tableau 19 : le poids moyenne d’une gousse

1 (ASSOCIAT)	2 (FEVE)
25,083±1,026	27,263±1,026

Les résultats de l’analyse de la variance ne montrent aucune différence significative, elle est peut-être due au manque d’eau d’irrigation lors du gonflement des gousses, ainsi que l’augmentation du taux d’évapotranspiration, provoqué par l’écart de températures durant la nuit et celles de la journée.

Tableau 20 : Résultats d'analyse de la variance du poids moyen d'une gousse.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	28,459	5	5,692				
VAR.FACTEUR 1	7,129	1	7,129	3,384	0,20804		
VAR.BLOCS	17,117	2	8,558	4,063	0,19829		
VAR.RESIDUELLE 1	4,213	2	2,107			1,451	5,55%

1.2.3 Rendement réel (Qx/ ha) :

Au cours de l'essai, l'accent a été mis sur le rendement de la fève, car c'est l'objectif principal de la culture. La valeur maximale est produite par la fève seule (113.89 Qx/ha), cependant la fève en association a enregistré (110.52 Qx/ha).

Tableau 21 : Rendement réel (Qx/ha).

1 (ASSOCIAT)	2 (FEVE)
110,52±12.606	113,89±12.606

Les résultats de l'analyse de la variance du rendement réel n'ont montré aucune différence significative sur le facteur étudié. L'absence de différence est peut-être due au stress hydrique.

Tableau 22 : résultats de l'analyse de la variance du rendement réel.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3850,474	5	770,095				
VAR.FACTEUR 1	17,036	1	17,036	0,054	0,83057		
VAR.BLOCS	3197,842	2	1598,921	5,031	0,16673		
VAR.RESIDUELLE 1	635,596	2	317,798			17,827	15,89%

1.2.4 Rendement potentiel (Qx/ha)

La valeur maximale (153.493 Qx/ha) est enregistrée chez la fève en association, et la valeur minimale (107.03 Qx/ha) pour la fève seule. Cela signifie que la fève en association a généré le rendement le plus élevé, contrairement à la fève cultivée seule.

Tableau 23 : le rendement potentiel (Qx/ha).

1 (ASSOCIAT)	2 (FEVE)
153,493±15.083	107,03±15.083

Les résultats d'analyse de la variance du rendement potentiel n'ont montré aucune différence significative, cela est peut-être dû au stress hydrique, au déficit en éléments nutritifs assurant la formation et le gonflement des gousses. L'irrégularité dans les fertilisations est due aux conditions climatiques de la période de fertilisation.

Tableau 24 : résultats d'analyse de la variance du rendement potentiel.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	12492,91	5	2498,582				
VAR.FACTEUR 1	3238,263	1	3238,263	7,117	0,11639		
VAR.BLOCS	8344,699	2	4172,35	9,171	0,09888		
VAR.RESIDUELLE 1	909,949	2	454,975			21,33	16,37%

Conclusion

Durant notre étude expérimentale, notre étude a porté sur les effets de deux modes de culture.

Le premier mode consiste à cultiver la fève seule en apportant un fertilisant minéral à base de potassium, le deuxième mode consiste à cultiver la fève en association avec d'autres cultures (pomme de terre et ail en bordure) avec l'utilisation d'un fertilisant organique (grignon d'olive). Une étude comparative entre ces deux modes en évaluant les paramètres mesurés des plantes est lancée.

Le premier paramètre porte sur la longueur moyenne de la tige des plantes où la fève seule a enregistré une légère augmentation par rapport à l'association, il en est de même pour d'autres paramètres tels que le nombre moyen de tiges par plant, le poids moyen d'une gousse, rendement réel.

Pour les autres paramètres l'association de culture a enregistré une légère augmentation par rapport à la culture de la fève seule, notamment pour le nombre moyen de gousses par plant, où les résultats de la variance ont montré une différence significative qui est due essentiellement au rôle de l'ail cultivé en bordure ayant joué un effet insectifuge en empêchant l'attaque des fourmis qui affaiblissent la plante.

Cependant le rendement potentiel a enregistré une augmentation avec l'association par rapport à celui de la fève seule, mais sans aucune différence significative lors de l'analyse de la variance, qui est probablement due au stress hydrique ou encore au manque vis-à-vis des éléments minéraux.

Le peu de résultats obtenus sont probablement dû à l'intempérie ayant retardé la maturation des gousses aussi le type de sol lourd a provoqué le retard du développement de plantules.

Le sous-produit agricole (grignon d'olive) et le mode de culture utilisé dans la partie permaculture peuvent être une alternative à la production afin de minimiser les dépenses de fertilisant et des insecticides ainsi que de produire en bio afin de préserver la biodiversité, la santé humaine et l'environnement.

D'un point de vue économique, les produits des trois cultures peuvent se recouvrir dans le cas où le prix de vente d'un des produits est en manque sur le marché.

En perspective :

- Il est important de maîtriser l'itinéraire technique des cultures pour mieux valoriser les sous-produits agricoles
- Il est recommandé d'avoir des résultats d'analyse élémentaire du sol avant le choix de variété et la plantation afin de mieux suivre les différents apports en éléments fertilisants
- Il est souhaitable d'avoir des informations sur le précédent cultural afin d'appliquer la rotation des cultures et l'assolement.
- On encourage l'utilisation des sous-produits agricoles notamment le grignon d'olive qui est largement disponible dans notre région.

- Il est préférable d'utiliser un grignon d'olives ayant subi un compostage ou une bonne décomposition afin de faciliter sa dégradation.

Références bibliographiques :

- **Abbas A. (2009).** Screening of vicia faba for resistance to the giant race of *fitylenchus dispaci* in Morocco. P 29-33.
- **Allen J. (2017).** Jardin malin, naturel Jardin. Fiche technique ministère de l'agriculture de m'alimentation et des affaires rurales.
- **Bamouh A. (1999).** Techniques de production de la pomme de terre au Maroc. Bulletin de liaison de l'information du programme national de transfert de technologie en agriculture. N° 52. P 4.
- **Belkhoudja M. (1996).** Action de la salinité sur les teneurs en proline des organes adultes des trois lignées de fève. P 21-28.
- **Bernhads U. (1998).** La pomme de terre *solanum tuberosum L* monographie. Institut national agronomique Paris-grignon.
- **Blom Zandastra.** Sustainable water use for potato production in EL OUED. Experimental protocol. P 09.
- **Boughdad A. (2003).** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Brochus rufimanus* sur *vicia faba L* au Maroc. Thèse d'état en agronomie. Université paris-sud orsay. 182p.
- **Chaieb L, Antal A, Paulus W. (2011).** Transcranial alternating stimulation in the low Khz range increases motor cortex excitability. P 167.175.
- **Choux CL, Foury Cl. (1994).** Production légumière secs, légumineuses potagères, et fruits. P 7-13.
- **Emeran AA, Sillero JC, Fernandez A, parici M, Rubiales D.** chemical control. of *faba bean* rust. Crop protection journal rampage. P 1-6.
- **Grison C. (1998).** La pomme de terre caractéristiques et qualités alimentaire. P 290.
- **Hamdache. (2003).** Effets cd l'environnement de la date de semis et désherbage sur le rendement en grain et ses composantes chez la fève. P 15-18.
- **Kopke U, Nemecek T. (2010).** Ecological services of faba bean. Field crops research. P 217-233.
- **Kharrat B. (2008).** Sélection des lignés de fèveoles résistantes à l'antracnose causé par *ascphytae fabae*. 100p.
- **Ladizinsky (1975).** Origin of agricultur. P 125-130.
- **Meziane D. (1991).** Histoire de la pomme de terre. 29p.
- **Moule C. (1972).** Plantes sarclées et diverses. Paris. 246p.
- **Peron J-Y. (2006).** Référence productions légumière. 613 p.
- **Perennec P, Madec P.** age physiologique de la plante de la pomme de terre.potato research. P 183-199.
- **Radetski CM, Ferrari B, Cottelle S, Masfareaud JF, Ferard JF.** Evaluation of the

genotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incinerator bottom ash lactates. Science of the total environment. P 209-216.

- **Raikos V, Neacus M, Russell W, Duthie G. (2008).** Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, faba bean, hemp and buck wheat flours as affected by pH. Food science and nutrition. P 802-810.
- **Roussell, Mattila, Hellstrom. (1996).** Phenolic acids In potatoes vegetables and some of their products. P 152-160.
- **Santhosa SG, Jamuna P, Parabhavati SN. (2013).** Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance. A review food biosci. P 59-74.

- **Sillero JC, Villegas-Fernandes AM, Thomas J, Rojas Molina MM, Emeran AA, Fernandez-Aparicio, Rubiales D. (2010).** Faba bean breeding for disease resistance. Field crops research. P 297-307.
- **Semiger F. (2009).** L'ail et ses bien faits. Edition jeunesse. 94p.
- **Soltner D. (1979).** Les grandes productions végétales. 10^{ème} édition. 472p.
- **Zaghouane O.** the situation of faba bean (*vicia faba L*) in Algeria. Option mediterranean. P 123-125.

- <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/SERIE-B-2019>

- <https://itcmi-dz.org/wp-content/uploads>.

- <https://www.fao.org/statistics/fr/>

- <https://www.gopex-seedpotatoes.com/>

- <https://inpv.edu.dz/>

Resumé :

L'effets de l'association de culture et des fertilisants minéral et organique est étudié sur les paramètres de croissance, de production et de rendement chez la fève. L'expérimentation est réalisée en plein champs au niveau de l'ITMAS de Boukhalifa à Tizi-Ouzou. Les résultats n'ont pas apporté une grande différence entre les modes de cultures et les deux fertilisants ; minéral et organique. A partir de notre cas expérimental on peut classer l'association de cultures et le fertilisants organique comme une alternative pour la conduite des cultures, car malgré les aléas climatiques et le stress hydrique ils ont pu montrer leur performance pour la production.

Mots clé : association de culture, fertilisant minéral, fertilisant organique.

Abstrat :

The effects of the combination of culture and mineral and organic fertilizers are studied on the parameters of growth, production, and yield in the bean. The experiment is carried out in open fields at the ITMAS of Boukhalifa in Tizi-Ouzou. The results did not bring a big difference between the modes of cultivation and the two fertilizers: mineral and organic. From our experimental case we can classify the combination of crops and organic fertilizers as an alternative for the management of crops, because despite climatic hazards and water stress they were able to show their performance for production.

Key words: combination of culture, mineral fertilizer, organic fertilizer.

تلخيص:

درست آثار الجمع بين الزراعة والأسمدة المعدنية والعضوية على خصائص النمو والإنتاج والعائد في الفول. يتم في بوخلفة في تيزي وزو. ولم تسفر النتائج عن فرق كبير بين ITMAS إجراء التجربة في الحقول المفتوحة في أساليب الزراعة والأسمدة؛ المعدنية والعضوية. من حالتنا التجريبية، يمكننا تصنيف مزيج المحاصيل والأسمدة العضوية كبديل لإدارة المحاصيل، لأنه على الرغم من المخاطر المناخية والإجهاد المائي، فقد تمكنوا من إظهار أدائهم للإنتاج.

الكلمات الرئيسية: رابطة زراعية، سماد معدني، سماد عضوي