

Liste des abréviations

INRA :	Institut National de Recherche Agronomique
AAC :	Agriculture et Agroalimentaire Canada
Qx :	Quintaux
Ha :	Hectare
Mm :	Millimètre

Présentation de l'INRA

L'Institut National de la Recherche Agronomique "INRA" a pour mission d'entreprendre les recherches pour le développement agricole. C'est un établissement public dont les origines remontent à 1914 avec la création des premiers services de recherche agricole officiel. Il a connu dernièrement une réorganisation structurelle visant la finalité de la nouvelle organisation est de doter l'institution d'une :

- Planification stratégique adéquate pour renforcer les capacités prospectives d'adaptation, de réaction et d'anticipation de la demande sociale de recherche agronomique ;
- Politique de proximité en se basant sur la régionalisation et la déconcentration de la recherche ;
- Système intégré de suivi, d'évaluation et de contrôle ;
- Gestion intégrée et rationnelle des ressources ;
- Politique de valorisation de ses produits ;
- Politique cohérente d'information et de coopération.

L'INRA opère à travers dix centres régionaux de la recherche agronomique et 23 domaines expérimentaux répartis sur le territoire national et couvrant les divers agro systèmes du pays.

Les projets de recherche de l'INRA sont définis avec la participation des partenaires, des clients et des prescripteurs régionaux. Ils sont menés au sein de trente unités de recherche hébergés par les Centres Régionaux. Ils sont encadrés à l'échelle centrale par dix départements scientifiques à vocation disciplinaire.

Pour accomplir sa mission et être au diapason de l'actualité scientifique, l'INRA entretient des relations de partenariats avec des organisations nationales et internationales, les structures de développement, le secteur privé et les Organisations Non Gouvernementales (INRA, 2017).

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION GENERALE	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
I- Différentes modes de culture	2
1- Agroforesterie	2
2- Système de culture en intercalaire	2
II- Présentation de la plante de pois chiche utilisée	2
1- Taxonomie	3
2- Description botanique	3
3- Exigences édaphiques	4
4- Exigences climatiques	4
5- Types de graines de pois chiche	5
5-1- Type kabuli	5
5-2- Type desi	5
III- Présentation de la plante d'olivier	6
1- Taxonomie	6
2- Morphologie générale	6
3- Exigences climatiques	7
IV- Interactions entre l'olivier et le pois chiche	8
1- Influence des cultures intercalaires sur la croissance des arbres	8
2- Impact des arbres sur la productivité des cultures intercalaires	8
MATERIEL ET METHODES	
I- Caractérisation du site d'expérimentation	10
1- Localisation des terres du domaine douyet	10
2- Données pédoclimatiques	10
II- Itinéraire technique	11
III- Matériel végétal d'étude	12

	Page
IV- Protocole expérimental	12
1- Dispositif expérimental	13
2- Mesures et observations	14
V- Traitement des données	14
RESULTATS ET DISCUSSIONS	
I- Température foliaire des différentes variétés en monoculture	15
II- Température foliaire des différentes variétés en culture intercalaire	16
III- Confrontation des températures foliaires en monoculture et en culture intercalaire par variété	17
1- Mesure 1 : 10 jours après floraison	17
2- Mesure 2 : 15 jours après floraison	18
3- Mesure 3 : 21 jours après floraison	19
CONCLUSION GENERALE	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

INTRODUCTION GENERALE

Le pois-chiche (*Cicer arietinum L*) est un aliment très présent dans la cuisine Marocaine. Pour les nutritionnistes, c'est un aliment de choix. En effet, il est riche en protéines. Au même titre que les lentilles, certains le considèrent comme de la viande végétale.

Il fait partie des légumineuses à graines, qui se distinguent des légumes fourragères utilisées uniquement pour l'alimentation animale. Il a une valeur très intéressante de point de vue agronomique. En effet, son avantage principal c'est qu'il s'associe à des bactéries particulières (*Rhizobium*) au niveau des racines pour capter l'azote de l'air, indispensable pour pousser et fabriquer ses protéines et permettant ainsi la diminution de l'apport de l'azote tout au long de la période de culture.

Son cycle est court : semé en Mars, il se récolte fin juillet-début août. Il secrète de l'acide malique qui déplaît aux insectes et le protège naturellement de la plupart d'entre eux -mais pas du tout- limitant, ainsi les applications de produits phytosanitaires, s'avère obligatoire.

Malgré tous ces avantages, le pois chiche est resté peu développé et cantonné, obligeant à importer la majorité des graines pour notre consommation. Dans l'objectif d'augmentation des superficies en légumineuses alimentaires en général et en pois chiche en particulier, nous essayons à travers cette étude d'évaluer le comportement des différentes variétés de pois chiche d'hiver en association avec l'olivier.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Rapport-Gratuit.Com

I. DIFFERENTS MODES DE CULTURE

1- AGROFORESTERIE

L'agroforesterie définie, comme étant la combinaison sur la même parcelle des arbres et des cultures annuelles, ainsi que l'élevage. Elle est largement pratiquée dans le contexte marocain. Cette pratique est dominante en zones de montagne et dans les oasis où les agriculteurs cherchent à maximiser au mieux la rentabilité de leurs terrains agricoles souvent exigus. C'est dans ces contextes, que la culture des allées ou, les cultures intercalaires s'imposent comme composantes principales de l'agriculture (Daoui, 2014).

2- SYSTEME DE CULTURE EN INTERCALAIRE

Le principe de la culture intercalaire consiste à cultiver plus d'une espèce, d'une manière simultanée, dans le même champ (Figure 1). En effet, suivant le temps et le moment de culture, on peut définir deux types de culture : cultures mixtes (semées en même temps), et cultures intercalaires relais (semées à différents moments). La culture intercalaire en bandes, forme un système cultural en vertu duquel différentes espèces sont cultivées en larges bandes (généralement de la largeur d'un semoir) dans le même champ.



Figure 1 : Culture intercalaire de la fève dans une oliveraie (Daoui, 2014).

II. PRESENTATION DE LA FAMILLE DES LEGUMINEUSES

Les légumineuses désignent l'ensemble des plantes dont le fruit est une gousse. Elles sont riches en protéines alimentaires, fibres et micronutriments, occupant la seconde place dans l'assolement après les céréales, avec une superficie d'environ 470.000 ha au Maroc. Les principales espèces cultivées sont la fève, le pois chiche, la lentille, et le petit pois (Figure 2).

La production totale des légumineuses alimentaires en sec est de l'ordre de 3,5 millions de quintaux et le rendement moyen varie de 6,5 à 8qx\ha au Maroc (Al awamia-89, 1995).



Figure 2 : Légumineuses les plus cultivés au Maroc (fève, pois chiche, lentille).

Le pois chiche en étant la plante étudiée, fait partie de la famille des légumineuses (fabacées).

1- TAXONOMIE

Règne : Plantae

Embranchement : Tracheobionta (plantes vasculaires)

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Ordre : Rosales

Famille : Fabacae

Genre : Cicer.

Espèce : *Cicer arietinum* L. (1753).

2- DESCRIPTION BOTANIQUE

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une plante annuelle, herbacée (Figure 3), diploïde ($2n = 16X$), et autogame présentant, moins de 1% d'hybridation naturelle (Singh & Reddy, 1991).

Le système racinaire mixte, dont la croissance s'arrête au démarrage de la floraison, est composé d'une racine pivotante qui peut atteindre 1m de profondeur, et des racines secondaires traçantes. Les nodules développés, sur les racines permettent la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique pour satisfaire 80% des besoins de la plante en azote assimilable.

Les feuilles sont imparipennées (Poitier, 1981), composées de 7 à 15 folioles, alternes et ovales dont les bords sont dentés (Saxena, 1984). Leurs faces inférieures, sont couvertes par un duvet formé de poils pluricellulaires unis.

La tige herbacée, à une certaine hauteur (selon les génotypes du pois chiche) se ramifie en deux ou trois branches pour donner des ramifications secondaires et par la suite des ramifications tertiaires (Braune et al., 1998)



Les fleurs sont zygomorphes, articulées, solitaires ou en grappe de deux fleurs, s'insérant sur des pédoncules axillaires à l'aisselle des feuilles (Leport et *al.*, 2006).

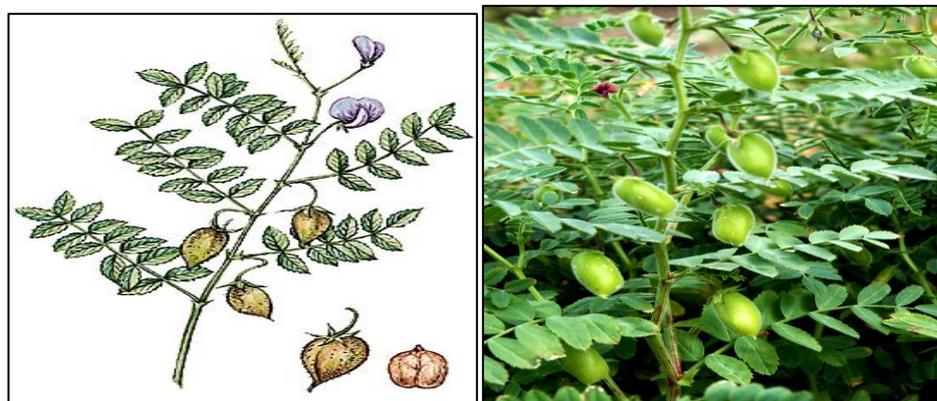


Figure 3: Pois chiche (*Cicer arietinum* L.).

Le fruit est une gousse, de forme globuleuse, renflée, ovale, velue, pendante et portant un bec (Ladizinsky, 1987). Elle peut comporter 1 à 3 graines lisses ou ridées, arrondies ou irrégulières.

3- EXIGENCES EDAPHIQUES

Le pois chiche est peu exigeant en qualité du sol. Mais, il semble préférer les sols meubles, profonds, plus ou moins argileux avec une bonne capacité de rétention (Moolani et Chandra, 1970).

Les sols mal drainés et calcaires sont à exclure, car les premiers favorisent le développement des maladies cryptogamiques, et les deuxièmes donnent des graines qui cuisent mal.

Le pH du sol favorable à cette culture se situe entre 5,7 et 7 (Mahler et *al.*, 1998).

4- EXIGENCES CLIMATIQUES

- **Température :** Une température ambiante, variant entre 20° et 30°c le jour, et de l'ordre de 20°c la nuit, assure le bon développement végétatif du pois chiche. Concernant la température du sol au moment du semis, elle doit être supérieure à 10°c. En fait, un sol relativement chaud permet une réduction de l'exposition des semences aux maladies (Jaiswal et Singh, 2001).
- **-Eau :** Le pois chiche est doté d'une certaine rusticité et d'une tolérance à la sécheresse, grâce à son système profond (Verghiset et *al.*, 1999). Certes, une

consommation en eau de 100 à 150 mm confirme que le pois chiche est doté de bonnes capacités pour extraire l'eau stockée dans le sol (Wery, 1990).

Néanmoins, quel que soit le type de la culture (d'hiver ou de printemps), le type de pois chiche (Dési ou kabuli), la phase critique pour les besoins en eau est entre les phases phénologiques, fin floraison et stade laiteux (Verghiset & *al.*, 1999).

- **-Lumière :** Le pois chiche est une plante des jours longs (Summerfields et *al.*, 1979). En effet, l'intensité de la lumière et la durée de l'éclairement, sont très importants pour la nodulation et la fixation d'azote (Lie, 1971).

5- TYPES DE GRAINES DE POIS CHICHE

On compte plus de 20.000 variétés de pois chiche dans le monde, réparties en deux grands types de graines selon la dispersion à partir de la Turquie. Un qui est au Sud-est : c'est le Dési ou le groupe de macrosperma, et l'autre à l'Ouest : c'est le Kabuli ou le groupe des microsperma, et un moins fréquent : le type Gulabi (Harlan et Wet, 1971 ; Moreno et Cubro, 1978).

5.1. TYPE KABULI

Il est appelé aussi Garbanzo. La plante est caractérisée par un feuillage dont la couleur varie du vert clair, au vert foncé et une floraison blanchâtre. Sa hauteur varie généralement de 30-90 cm. Dans le cas d'un sol bien fertile et profond, et d'une alimentation hydrique suffisante, elle peut dépasser les 1m (AAC, 2004).

Les graines sont de taille moyenne à assez grande, de couleur blanc-crème (Figure 4).



Figure 4 : Graines de pois chiche de type kabuli.

5.2. TYPE DESI

Les plantes sont caractérisées par un feuillage dont la couleur tend du vert violacé au glauque, et une floraison violacée. Les graines sont de plus petite taille, de forme

irrégulière et à surface ridée, couverte d'un tégument épais de couleur foncée, qui varie du marron au noir (Figure 5). Le poids de 1000 graines varie de 100 à 130g (AAC, 2004).

Il existe un troisième type intermédiaire appelé Gulabi, il a été identifié par ses graines lisses de couleur claire, ressemblent à celle du pois avec un bec (Wery, 1986).



Figure 5 : Graines de différentes couleurs de type dési.

III. PRESENTATION DE L'OLIVIER

1- TAXONOMIE

La classification botanique de l'olivier, selon Guignard (2004) est la suivante :

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Astéridées

Ordre : Lamiales

Famille : Oléacées

Genre : *Oléa* L

Espèce : *Oléa europea*

2- MORPHOLOGIE GENERALE

L'olivier est un arbre de 3 à 10 mètres (Figure 6), parfois un arbrisseau de 1,5 à 2 mètres. Dans les pays chauds, il devient beaucoup plus gros et s'élève jusqu'à la hauteur de 10 mètres. Son enracinement est d'abord pivotant mais, suivant les sols, il peut varier en profondeur de moins de 1 m à plus de 6 m. Son tronc, dans sa partie basse, peut atteindre 1 à 2 mètres de circonférence. (Fourasté, 2002).

Les feuilles sont opposées, à bord entière enroulé. La couleur tend vers un vert foncé sur la face supérieure, et un vert clair argenté avec une nervure médiane à la face inférieure.

Les fleurs groupées en petites grappes de 10-20. Le fruit est une drupe (Figure 6).

3- EXIGENCES CLIMATIQUES

Des exigences bien particulières sont requises pour le bon développement et la croissance de l'arbre de l'olivier :

- **Température** L'olivier craint le froid, les températures négatives sont très dangereuses, si elles se produisent au moment de la floraison. Ainsi, il est apte de supporter les températures élevées de l'été, si l'alimentation hydrique est assurée d'une manière régulière et satisfaisante.

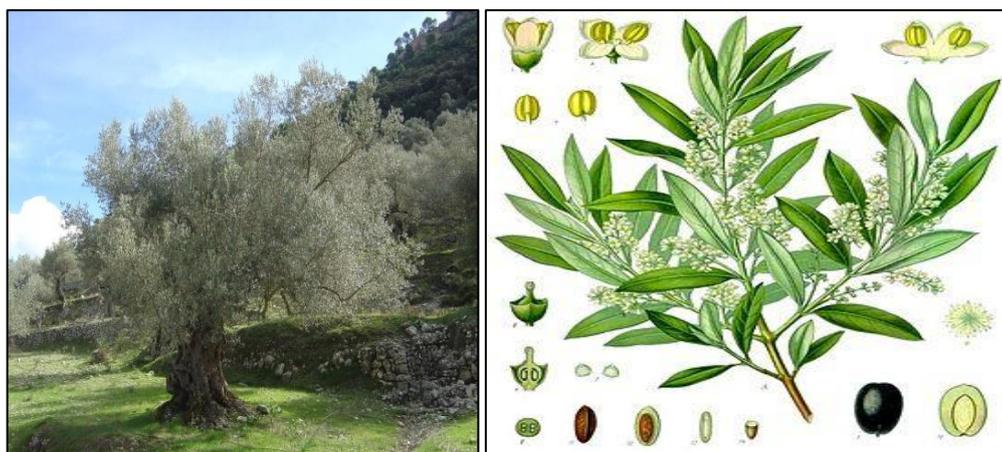


Figure 6 : Caractéristiques de l'arbre d'olivier (*Olea europea*)

- **Pluviométrie** Au moins de 350 mm de pluie, la culture sans irrigation ne peut être économiquement rentable.
En intensif, l'irrigation est obligatoire et permanente.
- **Humidité atmosphérique** Elle peut être utile dans la mesure où, elle n'est pas excessive (+60%), ni constante, car elle favorise le développement des maladies et des parasites.
- **Eau** Comme l'eau est un facteur important, pour l'olivier les teneurs limites en sels sont :
De 2g/l pour une pluviométrie supérieure à 500 mm.
De 1g/l pour une pluviométrie inférieure à 500 mm.
La qualité d'eau s'évalue par sa conductivité électrique, son pH, et sa teneur en sodium absorbé (Marounat, 2008).

- **Altitude** Les limites à ne pas dépasser sont de 700 à 800 m pour les versants exposés au nord et de 900 à 1000 m pour les versants exposés au sud (Marounat, 2008).
- **Sol** L'olivier s'adapte à tous les types de sol, sauf les sols lourds, compactes, humides ou se ressuyant mal.
En fait, les sols calcaires jusqu'à pH de 8,5 peuvent lui convenir, par contre les sols acides à pH 5,5 sont déconseillés (Marounat, 2008).

IV. INTERACTIONS ENTRE L'OLIVIER ET LE POIS CHICHE

Dans un système intercalaire, les différents constituants ont un impact les uns sur les autres. En fait, il existe une grande compétition entre la culture annuelle et l'arbre : compétition pour l'eau et les éléments minéraux, et une compétition pour la lumière, la température, et l'humidité de l'air.

1- INFLUENCE DES CULTURES INTERCALAIRES SUR LA CROISSANCE DES ARBRES

Afin d'expliquer la croissance plus rapide des arbres associés à des systèmes de la culture intercalaire, plusieurs hypothèses ont été avancées :

Selon Dupraz et *al.*, (1999), les arbres pourraient notamment tirer parti de la fertilisation dévolue aux cultures, soit par une récupération de l'azote fixé par la légumineuse au niveau des nodosités, soit en prélevant la proportion appliquée directement dans la bande non cultivée.

Par contre, une autre étude a montré une diminution de la vitesse de croissance des arbres en présence des cultures intercalaires, ceci pourrait être dû principalement à la concurrence pour l'eau qui s'exerce par les cultures (Powell et Bork, 2004).

2- IMPACT DES ARBRES SUR LA PRODUCTIVITE DES CULTURES INTERCALAIRE

L'influence des arbres sur la productivité des plantes agricoles est généralement négligeable (Dupraz et *al.*, 1999 ; Gakis et *al.*, 2004) et peut même lui être bénéfique dans certains cas (Jose et *al.*, 1995 ; Burgess et *al.*, 2004). Cependant, avec les années, le rendement des cultures est souvent appelé à décliner, au fur et à mesure que les arbres croissent.

La productivité des cultures intercalaires pourrait être davantage affectée à proximité des arbres, là où les relations de compétition pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux sont les plus critiques.

On distingue généralement deux types d'interactions :

- Interactions aériennes qui sont liées à l'ombrage des arbres et au microclimat de l'association (température, humidité de l'air, vitesse du vent...etc.).
- interactions souterraines, elles sont généralement abordées en termes de compétition pour l'eau et les éléments minéraux, de remontée biologique des nutriments via les racines (Ong et *al.*, 1991 ; Baldy et *al.*, 1993 ; Ong et Huxley, 1996 ; Jose et *al.*, 2004).

MATERIELS ET METHODES

I- CARACTERISATION DU SITE D'EXPERIMENTATION

1- LOCALISATION DES TERRES DU DOMAINE DE DOUYET

Les travaux sont réalisés dans l'Institut Nationale de la Recherche Agronomique « INRA », dans son domaine expérimental Douyet situé dans la Wilaya de Fès à 9 km vers Meknès, province de Moulay yaacoub. Il est géographiquement situé à une latitude de 34°02'N, et une longitude de 5°07'W.

Il s'agit d'un domaine expérimental implanté en zone Bour favorable de la plaine du Sais. La superficie totale est de 440 ha dont 430 ha de superficie agricole utile. L'altitude s'élève à 416 m.

2- DONNEES PEDOCLIMATIQUES

Le domaine expérimental de Douyet est caractérisé par un ensemble de conditions de température, de pluviométrie et de caractéristiques pédologiques donnant ainsi naissance aux caractéristiques pédoclimatiques de la station.

- **Sol** est argileux calcaire, fertile et bien profond ;
- **Climat** : La pluviométrie moyenne (sur 40 ans) est de 510 mm, avec un maximum de 1006 mm en 1962-1963, et un minimum de 203 mm en 1992 – 1993 ;
Le climat est méditerranéen avec un Hiver froid et un Eté chaud et sec. Le maximum de température est de 46°C et le minimum est de -5°C. La moyenne oscille entre 10 et 27°C ;
- **Conditions climatiques de la campagne 2017/2018** : Depuis le début de Novembre 2017 à Avril 2018 les températures favorables et les bonnes conditions pluviométriques qui caractérisent la campagne agricole de cette année (Figure 7), présentent les meilleures conditions pour une évolution positive et un bon développement du couvert végétal en général et des légumineuses en particulier se situant au niveau du domaine Douyet.

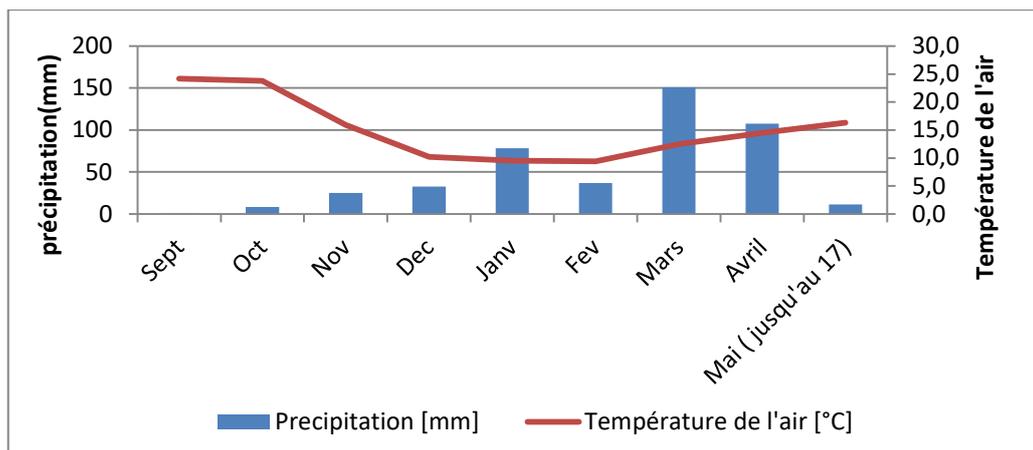


Figure 7 : Variation de la pluviométrie et de la température moyenne mensuelle au niveau de la station météorologique de Douyet (2017/2018).

II- ITINIERAIRE TECHNIQUE

Avant d'entamer la mise en culture des semences de pois chiche, il est obligatoire de passer plusieurs étapes afin de bien préparer le sol : Commençons par un travail du sol à l'aide d'un cover-crop croisé, puis le traçage des lignes mécaniquement en utilisant un traceur, l'ajout des engrais fertilisants à base d'Azote de Potassium et de phosphore.

Il s'en suit encore deux désherbages manuels afin d'éliminer les mauvaises herbes, l'un se déroule avant l'application des insecticides, et le dernier se déroule postérieurement.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des opérations citées.

III- Tableau 1 : Itinéraire technique suivi pour la conduite de l'essai

Technique		Date
Travail du sol	Cover-crop croisé	08/11/2017
Traçage des lignes	Mécanique avec un traceur	01/12/2017
Engrais de fond	Fertilisation de fond avec un engrais (N = 20 kg/ha, P = 40 kg/ha, K = 50 kg/ha).	01/12/2017
Semis	4 variétés de pois chiche	6-7/12/2017
Désherbage	Manuel	22-26/12/2017
Insecticide	Traitement décis contre les insectes : mineuse des feuilles (<i>Liriomyza cicerina</i>)	14/02/2018
Désherbage	Manuel	16/02/2018

IV- MATERIEL VEGETAL D'ETUDE

Nous avons choisi le pois chiche (*Cicer arietinum*) comme légumineuse. Les quatre variétés utilisées sont respectivement : Arifi, Farihane, Moubarak, et Zahor.

Le choix de ces variétés n'était pas d'une manière arbitraire. En fait, elles sont toutes dotées des mêmes avantages, en plus de leur résistance et leur adaptation au semis de froid, elles sont tolérantes à l'antracnose.

Tableau 2 : Variétés de pois chiche utilisées dans l'étude.

N°	Variété	Précocité	Calibre des graines	Résistance à l'Aschochyta
1	Arifi	Semi-précoce	Graines moyennes	Résistante
2	Farihane	Précoce	Petites graines	Résistante
3	Moubarak	Précoce	Petites graines	Résistante
4	Zahor	Précoce	Graines moyennes	Non résistante

V- PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Les quatre variétés de pois chiche sont installées en culture intercalaire dans une oliveraie, et en monoculture comme culture témoin, au sein du domaine expérimental de Douyet affilié à l'Institut National de la Recherche Agronomique.



Figure 8 : Pois chiche en monoculture



Figure 9 : Pois chiche en intercalaire

1- DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental adopté pour la culture intercalaire est en blocs aléatoires complets avec 4 répétitions.

Chaque bloc est constitué de 4 parcelles élémentaires, dans lesquelles se situent les 4 variétés. Chaque variété est cultivée en 19 lignes.

La distance entre les lignes est de 40 cm, et entre l'arbre et la première plante est de 2 m.

La structure de peuplement de l'olivieraie est de 10 m x 10 m (figure 11).

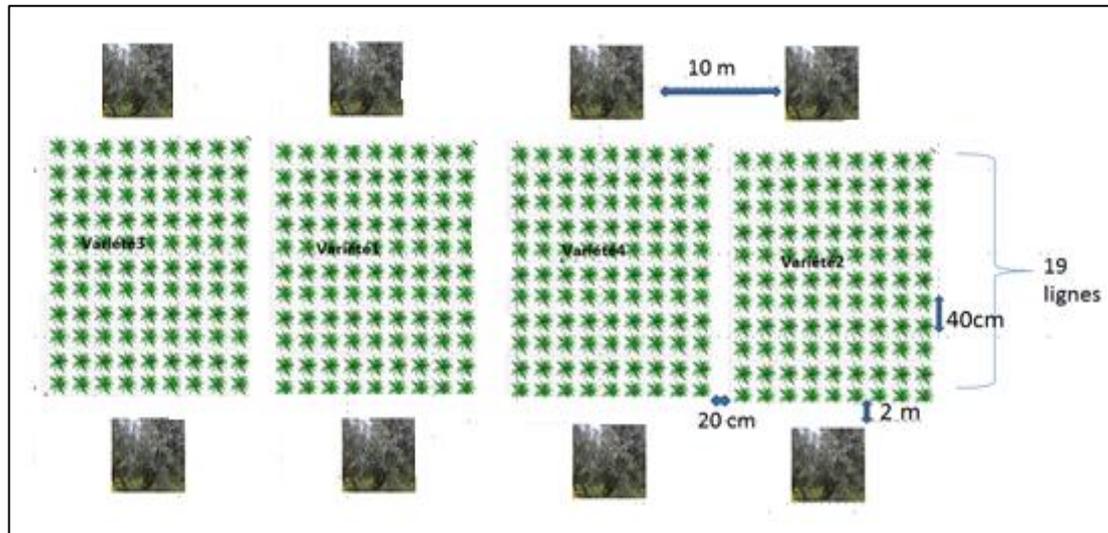


Figure 10 : Représentation schématique du Bloc intercalaire d'étude.

2- MESURES ET OBSERVATIONS

Les mesures prises pour les cultures de pois chiche, concernent la température foliaire à différentes dates au cours de la floraison (10 jours, 15 jours et 21 jours après la floraison).

Dans la monoculture on a pris cinq plantes aléatoires par variété.

Dans la culture en intercalaire, les lignes se trouvant entre deux arbres sont divisées en trois parties : une partie très ombragée, une partie ensoleillée et une autre peu ombrée. Dans chaque zone, pour les quatre variétés on a pris les mesures pour 5 plantes aléatoires, afin d'évaluer l'effet de la compétition entre l'olivier et le pois chiche vis à vis la lumière, sur la croissance et sur le développement de la plante.

La température foliaire se mesure pour la feuille supérieure sur la même hauteur pour toutes les plantes c.-à-d. que la distance entre la feuille supérieure de la plante et le thermomètre à infrarouge doit être la même, pour ne pas déclencher d'autres facteurs de variation de la température foliaire.

VI- TRAITEMENT DES DONNEES

Le calcul des moyennes de la température foliaire, ainsi que les différents graphes sont faites par le logiciel Excel.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

I- TEMPERATURE FOLIAIRE DES DIFFERENTES VARIETES EN MONOCULTURE

Un tableau de 19 lignes (plantes et moyenne) et 6 colonnes (date de mesure, N° de plantes, V1, V2, V3, V4) est créé afin de mesurer la moyenne de chaque variété dans les trois dates de mesure : 10 jours, 15 jours et 21 jours après la floraison (Annexe 1a).

Dans le cadre d'organisation, on a créé un autre tableau qui ne contient que les données essentielles (Annexe 1b). L'ensemble des résultats est représenté dans la Figure 12.

Cette figure, représentant les variations de la température foliaire entre les variétés de la culture pure en fonction de la date de mesure, montre que les variations de la température foliaire sont limitées dans l'intervalle [18°C - 27°C].

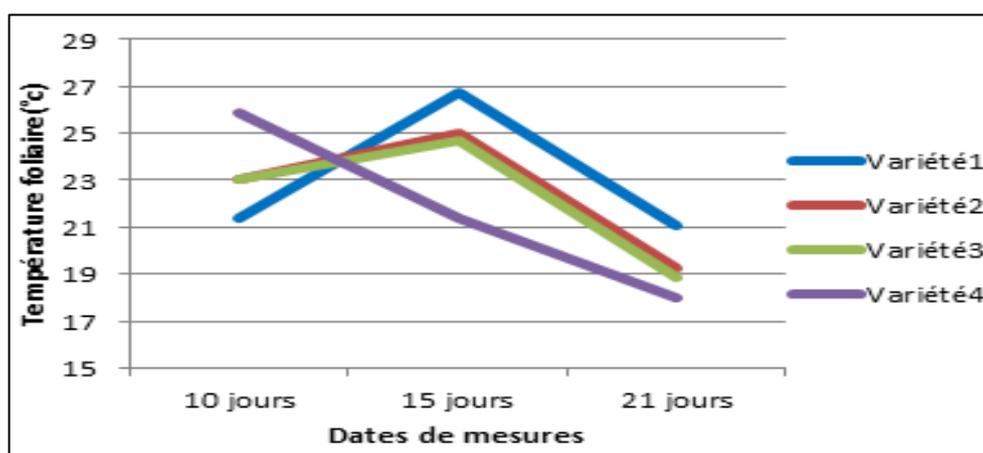


Figure 11 : Variation de la température foliaire entre les variétés de la culture pure.

Pour la variété 1, on constate d'abord une augmentation de la température foliaire de 21,38°C à 26,72°C qui présente la température maximale, suivie d'une diminution remarquable d'environ 5°C au niveau de la troisième mesure.

Pour les variétés 2 et 3, on constate des valeurs très approximatives de température foliaire pendant les 3 mesures. Ainsi on note une légère augmentation en passant de la 1^{ère} mesure (environ 23°C) à la 2^{ème} mesure (environ 25°C), puis une diminution de 6°C en passant à la 3^{ème} mesure.

Généralement, la chute de la température foliaire observée pour ces variétés en passant de la 2^{ème} à la 3^{ème} mesure pourrait être due au taux de précipitations marqué trois jours avant de faire la 3^{ème} mesure.

Pour la variété 4, une chute de la température foliaire est remarquée le long de la prise des trois mesures, passant de 25,86°C à 18°C présentant la température minimale.

Parmi les quatre variétés, on peut dire que la variété 4 est la plus adaptée aux mauvaises conditions de sécheresse et de stress hydrique et ceci est confirmé pendant les deux premières mesures où il n'y a aucune source d'irrigation alors que la température foliaire a continué à diminuer.

En général et à la suite de l'ensemble des observations précédemment citées, on peut déduire que l'augmentation ou la diminution de la température foliaire de la monoculture varie selon les conditions climatiques de la région.

II- TEMPERATURE FOLIAIRE DES DIFFERENTES VARIETES EN CULTURE INTERCALAIRE

La même opération que la monoculture est effectuée sauf que cette fois, puisque dans la culture intercalaire on parle de trois zones (plus ombragée, ensoleillée et peu ombrée). On considère la moyenne de la température foliaire des trois zones comme la moyenne de la variété elle-même (Annexe 2).

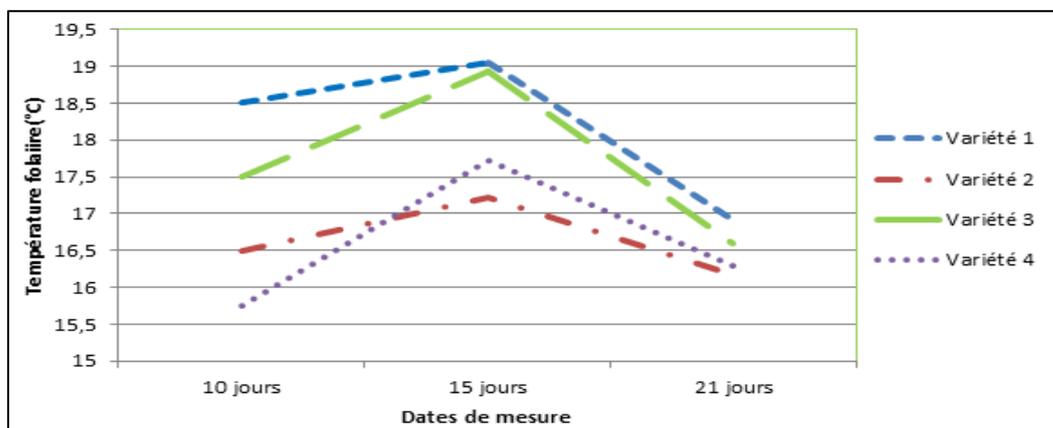


Figure 12 : Variation de la température foliaire entre les variétés de la culture intercalaire

Les températures foliaires de toutes les variétés se situent dans l'intervalle [15,5 - 19°C].

De la première à la deuxième mesure, il y'a une augmentation très légère de la Température foliaire passant de 18,5°C à 19,05°C, de 16,486°C à 17,22°C pour la variété

2, de 17,49°C à 18,93°C pour la variété 3 et finalement de 15,74°C (température minimale de toutes les mesures) à 17,33°C pour la variété 4.

Au bout de 15 jours on note une diminution de ces températures de 2 ou 3°C maximum. En effet, la diminution suivie de la température foliaire de la variété 4 nous donne une information indirecte sur l'état de la nutrition hydrique des plantes. Plus la température foliaire diminue même en cas d'absence de précipitations et de source d'irrigation, Plus la variété concernée s'adapte mieux aux mauvaises conditions de manque d'eau et de stress hydrique.

La diminution de la température foliaire d'une variété en passant de la culture pure à la culture intercalaire est due à la présence des oliviers ayant comme rôle la création d'un climat favorable en diminuant la température, pour le bon développement de pois chiche.

III- CONFRONTATION DES TEMPERATURES FOLIAIRES EN MONOCULTURE ET EN CULTURE INTERCALAIRE PAR VARIETE

Afin de comparer le comportement des différentes variétés de pois cultivées, on a supposé que la température foliaire de la culture pure est stable.

1- MESURE 1 : 10 JOURS APRES LA FLORAISON

D'après la figure 14, on constate que pour les 4 variétés, la température foliaire de la culture pure est supérieure à celle de la culture intercalaire.

- **Variété 1** : En passant de la zone plus ombragée à la zone ensoleillée, on constate une augmentation passant de 15,3°C à 21,38°C qui est à la fois la température foliaire de la culture pure et la température maximale de la culture intercalaire, suivie d'une diminution de l'ordre de 2,54°C dans la zone peu ombrée.
- **Variété 2** : En passant de la zone plus ombragée à la zone ensoleillée, la température foliaire augmente de 13,98°C (température minimale) à 20,38°C (température maximale), suivie d'une diminution en se dirigeant vers la partie peu ombrée jusqu'à atteindre 15,1°C.
- **Variété 3** : Malgré l'augmentation de la température foliaire en se déplaçant entre la première et la deuxième zone jusqu'à atteindre une valeur maximale de 20,66°C, cette dernière reste inférieure à la celle de la culture pure de 2,38°C. L'écart devient assez important en se déplaçant dans la zone peu ombrée (5,48°C).

- **Variété 4** : En passant de la monoculture avec une température foliaire égale à 25,86°C à la partie plus ombragée de la culture intercalaire qui a une température foliaire de 13,14°C, l'écart est très important (environ 12,72°C). ce dernier diminue en se déplaçant dans la partie ensoleillée (7,78°C). Une diminution légère de la température foliaire s'observe au niveau de la troisième zone (de 18,08°C à 16°C).

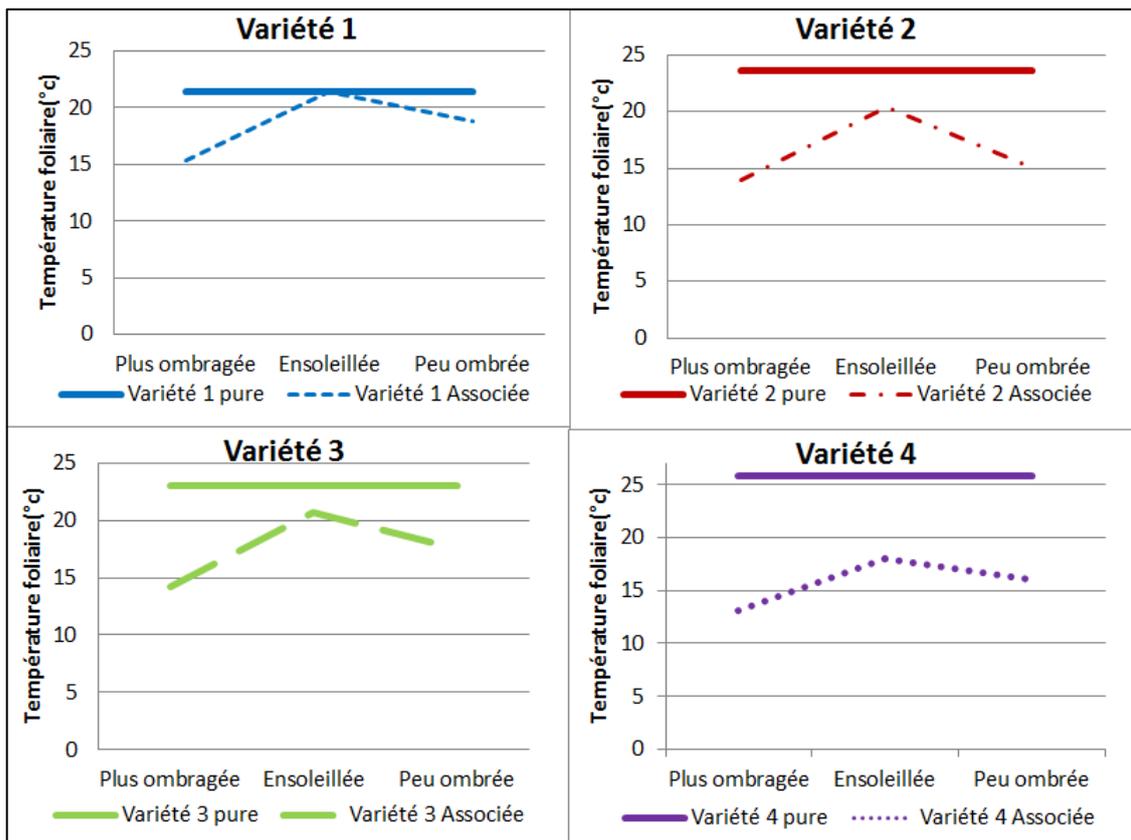


Figure 13 : Variation de la température foliaire pour chaque variété en monoculture et en culture intercalaire 10 jours après la floraison.

2- MESURE 2 : 15 JOURS APRES FLORAISON

D'après la figure 15 et pour toutes les variétés, la température foliaire de la monoculture est supérieure à celle de la culture intercalaire (dites aussi associée).

Pour les trois premières variétés, la température foliaire de la monoculture a augmenté par rapport à la première mesure de 21,38 à 26,72°C pour la variété 1 ; de 23,58 à 25,02°C pour la variété 2 et de 23,04 à 24,7°C pour la variété 3. Ceci est dû, selon la station météorologique Douyet, aux températures maximales des jours qui précèdent le jour où on a fait notre mesure (entre 22-29,1°C). Alors que pour la variété 4, la température foliaire a diminué de l'ordre de 5°C.

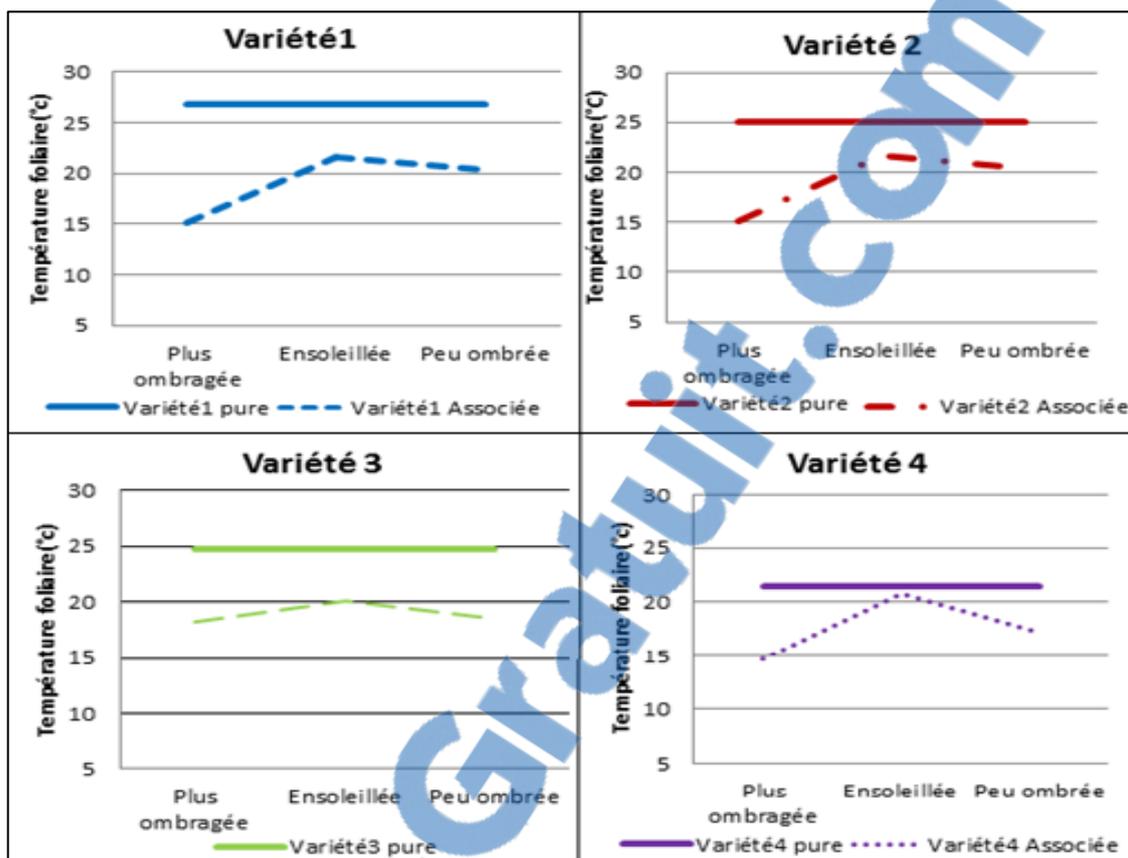


Figure 14 : Variation de la température foliaire pour chaque variété en monoculture et en culture intercalaire 15 jours après la floraison.

Pour les quatre variétés sans exception, le passage de la zone plus ombragée à la zone ensoleillée provoque une augmentation de l'ordre de 2 à 6°C, puis une diminution lorsqu'on passe à la zone peu ombrée. Ceci confirme l'effet de l'ombrage de l'arbre sur la température foliaire de la culture qui nous donne par la suite une information directe sur la nutrition hydrique au niveau de la zone.

3- MESURE 3 : 21 JOURS APRES FLORAISON

Entre la deuxième et la troisième mesure, une diminution de la température de la région est observée (20°C).

Selon la figure 16, on a une diminution remarquable de la température foliaire de la culture pure par rapport à la dernière mesure de presque 5°C, ce qui peut être expliqué par la température de l'air qui continue à diminuer à partir de la deuxième mesure.

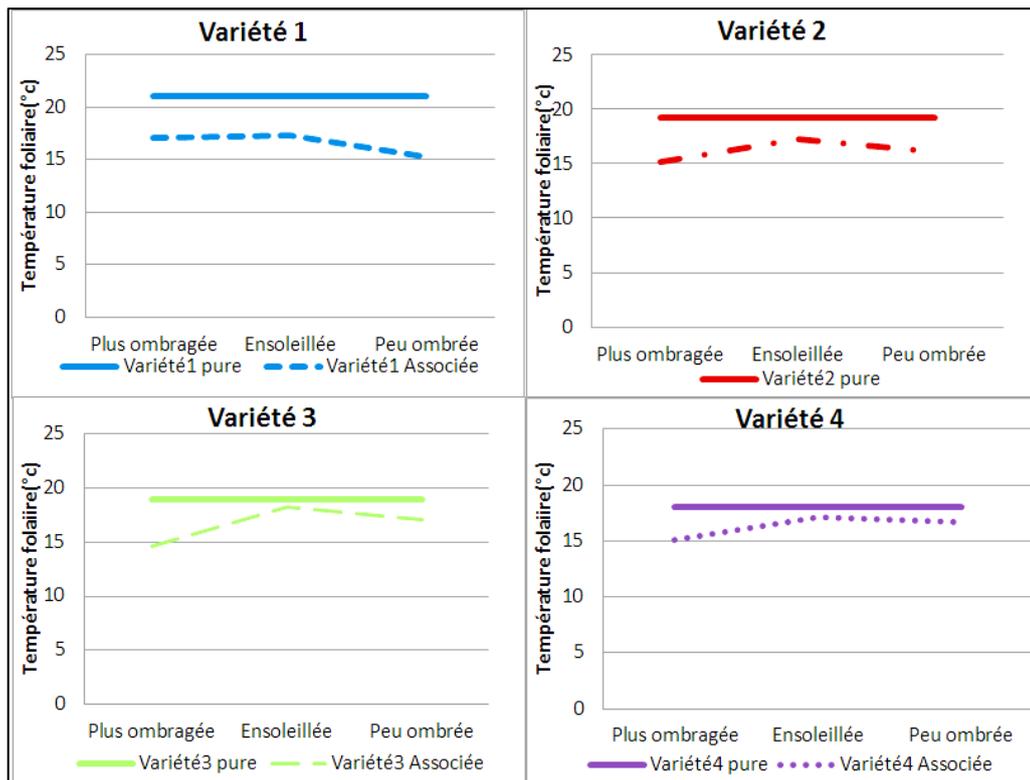


Figure 15 : Variation de la température foliaire des variétés de la monoculture et de la culture intercalaire 21 jours après la floraison.

Pour la variété 1, lorsqu'on est passé de la zone plus ombragée à la zone ensoleillée, la TF est restée presque stable puisque les valeurs sont approximatives. En passant à la zone peu ombragée, on constate une diminution de la température de 17,3 à 15,22°C.

Les mêmes observations sont constatées pour les variétés 2, 3 et 4 concernant l'augmentation de la température foliaire en passant de la zone plus ombragée à la zone ensoleillée, puis la diminution en passant à la zone peu ombragée.

Concernant la culture intercalaire, la diminution de la température foliaire au niveau de la zone plus ombragée est due principalement à l'impact de l'ombrage de l'arbre qui empêche le contact direct des rayons de soleil avec la culture, diminuant ainsi l'évapotranspiration et ainsi, la température foliaire reste inférieure à celle qui se trouve sous un ensoleillement direct.

La variété ayant une température foliaire minimale tout au long de la prise des mesures soit en culture pure ou en intercalaire est une variété qui s'adapte facilement aux variations climatiques et surtout au stress hydrique. C'est le cas pour la variété 4.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail est une contribution à l'étude de la culture intercalaire. C'est une association sur la même parcelle de deux cultures différentes. L'olivier et le pois chiche dans notre cas. Cette technique est utilisée pour réduire la superficie colonisée par les monocultures.

Tout au long de ce travail, nous avons essayé d'étudier le comportement des légumineuses en général du pois chiche (*Cicer arietinum*) en particulier en monoculture et en association avec les arbres d'olivier (*Oléa europea*), afin de définir quelle est la culture favorable pour s'adapter aux mauvaises conditions de stress hydrique, ainsi que la variété la plus adaptée à la sécheresse.

Dans les conditions d'essais, nous avons remarqué que la température foliaire de la monoculture varie selon les conditions climatiques de la région.

La température foliaire de la culture intercalaire augmente en se déplaçant de la zone plus ombragée à la zone ensoleillée, puis diminue au fur et à mesure en se dirigeant vers la partie peu ombrée quel que soit la date ou la variété étudiée. Confirmant, ainsi, le rôle important de l'ombrage des arbres d'olivier dans la création d'un climat favorable servant à éviter le contact direct de la plante avec les rayons de soleil et donc éviter l'évapotranspiration. Ceci augmente la capacité de rétention de l'eau même en absence de source d'irrigation et permet à la plante de s'adapter mieux dans le cas d'un stress hydrique.

Concernant la confrontation entre les deux cultures, la température foliaire de la plante de pois chiche en culture pure est supérieure à celle de la culture intercalaire.

On peut conclure, que parmi les variétés utilisées dans l'étude c'est la variété Zahor (variété 4) s'adaptant mieux aux conditions de manque d'eau dans la culture intercalaire ainsi que dans la culture pure.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- **AAC. 2004.** Pois chiche. Situation et perspectives. Le bulletin bimensuel. 17(15). 4 p.
- **Daoui k. 2014.** L'agroforesterie ou l'art de combiner des arbres et des cultures. CRRA Meknès.
- **Fourastié I. 2002.** SIA Lavour. Etude botanique L'Oliver "Oleaceae". Faculté des Sciences Pharmaceutiques de Toulouse. Fondation d'Entreprise pour la Protection et la Bonne Utilisation du Patrimoine Végétal. P8-9.
- **INRA 2017.** Présentation de l'INRA. <http://www.inra.org.ma>
- **Jaiswal R. et Singh N.P. 2001.** Plant Regeneration from NaCl Tolerant Callus/Cell Lines of Chickpea, International Chickpea and Pigeonpea, Newsletter 8. ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics). 73 p.
- **Leport L. Turner N.C. Davies S.L. et Siddique K.H.M. 2006.** Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. *Europ. J. Agronomy*, 24. 236-246.
- **Liebman, M. et E. Dyck. 1993.** Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological App.* 3: 92-122.
- **Saxena N.P. 1984.** Chickpea. In. Goldsworthy P.R. Fisher N.M. *The Physiology of Tropical Field Crops*. 419-452.
- **Slama F. 1998.** Cultures industrielles et légumineuses à graines. Ed. Centre de diffusion Universitaire Tunisie, en Arabe. 300 p.
- **Summerfield R. J. Minchin F.R. Roberts E.H. et Hadley P. 1979.** The effects of photoperiod and air temperature on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Proceedings international workshop on chickpea improvement*. Ed. ICRISAT. 121-144.
- **Verghis T.I. Mckenzie B.A. et Hill G.D. 1999.** Phenological development of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Canterbury. New Zealand. *New Zealand Journal of crop and Horticultural Science*. 27. 249-256.
- **Wery J. 1990.** Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding. In. Saxena M.C. Cubero J.I. and Wery. *Present status and future prospects of chickpea crop production and improvement in the Mediterranean countries*. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires* 9. CIHEAM. Paris. 77-85.

ANNEXES

Annexe 1a :
Température foliaire des différentes variétés en monoculture dans les trois dates.

Date de mesure	N° de plante	TF Variété1	TF Variété2	TF Variété3	TF Variété4
10 jours après floraison	Plante1	24,24°C	21,9°C	21,2°C	26,1°C
	Plante2	24,1°C	25,5°C	22,8°C	27,7°C
	Plante3	15,6°C	24,6°C	23,3°C	25,9°C
	Plante4	18,4°C	23°C	24,8°C	25°C
	Plante5	24,6°C	22,9°C	23,1°C	24,6°C
	Moyenne	21,388°C	23,58°C	23,04°C	25,86°C
15 jours après floraison	Plante1	26,1°C	24,6°C	28,3°C	22,4°C
	Plante2	26,9°C	26,5°C	25,3°C	21,8°C
	Plante3	26,6°C	24,6°C	23,5°C	22,1°C
	Plante4	27,3°C	26,1°C	24,4°C	20,9°C
	Plante5	26,7°C	23,3°C	22°C	19,8°C
	Moyenne	26,72°C	25,02°C	24,7°C	21,4°C
21 jours après floraison	Plante1	20,1°C	19,7°C	18,8°C	19,6°C
	Plante2	21,8°C	19,5°C	17,9°C	18,2°C
	Plante3	20,2°C	18,1°C	18,8°C	18,2°C
	Plante4	21,9°C	18,9°C	18,1°C	17°C
	Plante5	21,4°C	19,9°C	20,8°C	17°C
	Moyenne	21,08°C	19,22°C	18,88°C	18°C

Annexe 1b :
Moyenne des Températures foliaires des différentes variétés en monoculture.

	10 jours après floraison	15 jours après floraison	21 jours après floraison
Variété1	21,388°C	26,72°C	21,08°C
Variété2	23°C	25,02°C	19,22°C
Variété3	23,04°C	24,7°C	18,88°C
Variété4	25,86°C	21,4°C	18°C

*Annexe 2 :
Température foliaire des différentes variétés en culture
intercalaire.*

Date de mesure	Zones	Variété 1	Variété 2	Variété3	Variété 4
10 jours après floraison	Plus ombragée	18,84°C	13,98°C	14,26°C	13,14°C
	Ensoleillée	21,38°C	20,38°C	20,66°C	18,08°C
	Peu ombrée	15,3°C	15,1°C	17,56°C	16°C
	Moyenne	18,50°C	16,48°C	17,49°C	15,74°C
15 jours après floraison	Plus ombragée	15,16°C	15,22°C	18,18°C	14,74°C
	Ensoleillée	21,62°C	19,1°C	20,12°C	20,76°C
	Peu ombrée	20,38°C	17,34°C	18,5°C	17,7°C
	Moyenne	19,05°C	17,22°C	18,93°C	17,73°C
21 jours après floraison	Plus ombragée	17,02°C	15,18°C	14,56°C	15,1°C
	Ensoleillée	17,3°C	17,3°C	18,2°C	16,66°C
	Peu ombrée	16,42°C	16,06°C	17,02°C	17,12°C
	Moyenne	16,91°C	16,18°C	16,59°C	16,29°C