



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques Fès
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA VIE



Projet de fin d'Etude

Licence Sciences & Techniques
«Biotechnologie et Valorisation des Phyto-ressources»

Effet du phosphore résiduel sur la production du blé

Présenté par :

- **MOHADDAB Marouane**

Encadré par :

- **Dr. BENDIDI Abderrazzak** (INRA, Meknès)
- **Dr. DAOUI Khalid** (INRA, Meknès)
- **Pr. AMRANI JOUTEI Khalid** (FST, Fès)

Soutenu le 7 juin 2017 devant le Jury composé de :

- **Dr. BENDIDI Abderrazzak** (INRA, Meknès)
- **Pr. AMRANI JOUTEI Khalid** (FST, Fès)
- **Pr. BOUKIR Abdellatif** (FST, Fès)
- **Dr. DAOUI Khalid** (INRA, Meknès)

Année universitaire 2016/2017

Faculté des Sciences et Techniques Fès
B.P. 2202, Route d'Imouzzer FES
Tele:212 (35) 60 80 14 – 212 (35) 60 96 35 Fix:212 (35) 60 82 14
www.fst-usmba.ac.ma

REMERCIEMENTS

Je tiens en premier lieu à remercier Dr. DAOUI Khalid, qui a accepté de me guider tout au long du stage malgré ses occupations, pour ses encouragements et conseils.

Je tiens également à remercier Pr. AMRANI JOUTEI Khalid pour m'avoir fait confiance, sa disponibilité, son sens de la pédagogie et pour avoir su m'orienter avec justesse tout au long de mon cheminement.

Je tiens à présenter mes sincères remerciements à Dr. BENDIDI Abderrazzak pour tout ce qu'il a fait pour le déroulement de ce projet, pour les informations qu'il nous a transmises et avoir été là pour nous malgré d'autres occupations.

Je porte toute ma gratitude à Pr. BOUKIR Abdellatif pour avoir bien voulu faire partie du Jury pour évaluer mon travail.

Je remercie également tous les enseignants de la LST BVPR d'avoir enrichi mes connaissances.

Je profite ainsi pour cette occasion pour remercier le personnel de l'INRA Meknès et l'équipe du Domaine Expérimental de Douyet et Meknès pour leurs conseils et leur disponibilité.

Mes sincères remerciements à ma famille : Mes Parents, mon frère et mes sœurs, tous mes proches et amis, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de ma formation et ce projet.

Liste des Figures

Figure 1: <i>Triticum aestivum</i>	3
Figure2 : <i>Triticum durum</i> Desf.....	3
Figure3: Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé (Surget&Barron, 2005).....	5
Figure 4: Origine et diffusion de <i>Triticum turgidum</i> (Bonjean, 2001).....	5
Figure5: Évolution des superficies Marocaine du blé sur la période de 2002-2016 (Source: ONICL2016).....	6
Figure 6 : Évolution de la production Marocaine du blé sur la période de 1980-2016 (source :ONICL2016).....	7
Figure 7: Dispositif en blocs aléatoires complets avec les différentes concentrations de P_2O_5 et le précédent culturale.....	12
Figure8: Evolution de la pluviométrie et de la température durant la campagne 2016/2017 (Source : station expérimentale Douyet).....	13
Figure 9 : Rendement en grains en fonction de la concentration de P_2O_5 chez le blé.....	19
Figure 10: Poids de 1000 Grain en fonction de la concentration de P_2O_5 chez le blé.....	20
Figure 11: Nombre des graines par m^2 en fonction de la concentration de P_2O_5 chez le blé.....	21
Figure 12: Indice de récolte en fonction de la concentration de P_2O_5 chez le blé.....	21

Liste des Tableaux

Tableau 1: Concentrations de P_2O_5	11
Tableau2 : Itinéraire technique de blé.....	17
Tableau 3 : pH et conductivité électrique	18
Tableau 4 : Matière organique.....	18
Tableau 5 : Concentration phosphore.....	19

Liste des Annexes

Annexe1: Relevés météorologiques dans le domaine expérimental de Douyet pour la campagne 2016/2017	25
Annexe 2: Les normes de Interprétation de pH	27
Annexe 3 : Les normes interprétation des mesures de la salinité du sol par la conductivité électrique.....	27
Annexe 4 : Les normes interprétation des mesures de la MO du sol	27
Annexe 5 : Les normes interprétation de la tenure en phosphore du sol.....	27

Liste des Abréviations

Bio : Biomasse

CRRA : Centre Régional de la Recherche Agronomique

D.E : Domaine Expérimental

g : grammes

Gr : Graines

ha : hectares

IR : Indice de Récolte en (%)

Mo : Moyenne

Nb : Nombre

PMG : Poids de 1000 graines en (g)

P : Phosphore

q/ha : quintaux par hectare

Rd : Rendement

U.R : Unité de Recherche

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL : Centre Régional De la Recherche Agronomique De Meknès (CRRRA Meknès).....	2
a. Domaines expérimentale Douyet.....	2
I-SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1. PRESENTATION DES ESPECES ETUDIEES.....	3
A. Blé.....	3
a. Classification botanique.....	3
b . Description botanique.....	4
c. Origines géographique.....	5
d. Culture.....	5
e. Évolution des superficies du Blé au Maroc.....	6
f. Évolution des productions du Blé au Maroc.....	7
B. Féverole.....	8
a. Classification botanique.....	8
b. Description botanique.....	8
2.LE PHOSPHORE DANS LE SOL.....	9
A. Formes du Phosphore dans le sol.....	9
B. Disponibilité du Phosphore dans le sol.....	9
C. Le phosphore dans la plante.....	10
1 .Présence.....	10
2. importance agricole du phosphore.....	10
3. Rôle du Phosphore dans la plante.....	10
4.Les fonctions du phosphore dans la plante.....	10
5. Les symptômes de carence en phosphore.....	10
II. Matériel et Méthode.....	11
A. Matériel végétal.....	11
B. Méthode.....	11
a. Dispositif expérimental.....	11
b. Mesures effectuées.....	12
C. Les conditions climatiques de la campagne agricole 2016/2017Douyet.....	13

1-Régime pluviométrique.....	13
2-Régime thermique.....	13
D. Caractéristiques des sols des sites d'expérimentation Douyet.....	13
pH DU SOL.....	14
A.MATERIEL.....	14
B. Réactifs.....	14
C. MODE DE OPERATOIRE.....	14
D. PRECAUTIONS.....	14
CONDUCTIVITE ELECTRIQUE.....	14
A. MATERIEL.....	14
C. MODE DE OPERATOIRE.....	14
MATIERE ORGANIQUE.....	15
A. MATERIEL.....	15
B.REACTIFS.....	15
C. MODE OPERATOIRE.....	15
PHOSPHORE DISPONIBLE.....	16
A.MATERIEL.....	16
B.REACTIFS.....	16
C. MODE OPERATOIRE.....	17
D. ETALONNAGE.....	17
III. RESULTATS ERT DISSCUTION.....	17
A. ANALYSE DU SOL.....	17
B.EFFET DU PHOSPHORE RESIDUEL SUR LES COMPOSANTES DE RENDEMENT.....	19
a. Rendement en grain (q/ha).....	19
b. Poids de 1000 graines (PMG) de blé	20
c. Nombre de graine par m ²	21
d. Indice de Récolte (IR).....	21
CONCLUSION GENERALE.....	23
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

INTRODUCTION GENERALE

Le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (Bajji, 1999) et 70% des apports protéiques dans une ration alimentaire moyenne. Les céréales représentent 25% des dépenses alimentaires. Il représente 30% de la production mondiale des céréales et 20% de la ration alimentaire consommée par la population mondiale.

Le Marocain est un grand consommateur de céréales. En 2014, la consommation des trois principales céréales au Maroc, en kg par an et par habitant, a été de près de 173 kg, sachant que la moyenne mondiale se situe à environ 152 kg/an/habitant. Dans le détail, le blé tendre représente, à lui seul, 64% de la consommation totale et la part de blé dur avoisine les 29%.

Les légumineuses alimentaires jouent un rôle important dans la rotation culturale avec les céréales, elles sont très appréciées par les agriculteurs en raison de leurs effets bénéfiques sur la fertilité des sols et sur les rendements des céréales. Cependant la culture des légumineuses alimentaires au Maroc continue de souffrir d'une rentabilité faible, qui peut être expliquée par le caractère aléatoire des conditions climatiques (Kanouni, 2004), Les charges de production élevées en raison du recours systématique des agriculteurs à la main d'œuvre pour réaliser les principales opérations culturales, notamment le semis, le désherbage et la récolte (Chafai, 2000), et la faible ou la non maîtrise de l'utilisation des intrant surtout les engrais (Daoui, 2007).

La fèverole est parmi les principales légumineuses au Maroc, avec une superficie de 56% de la superficie totale en légumineuses(MAPM2015). Grace à ses multiples propriétés dans le domaine socio-économique et agrobiologique, la fèverole est une composante essentielle dans les systèmes de productions agricoles marocaines. En plus de ces intérêts agro-économiques, la fèverole constitue l'une des principales sources de protéines. Sa richesse en protéine est de l'ordre de 25 à 35 %.

L'objectif de cette étude rentre dans le cadre du plan Maroc vert qui vise à réduire les superficies des terres destinées aux cultures céréalières de 5 millions d'hectares à 4,2 millions d'hectares. Toujours selon les orientations du plan Maroc vert la production national des céréales doit passer de 54 millions à 76 millions de quintaux de blé par an, ces objectifs ne peuvent être atteints que par l'adoption les bonnes pratiques agricoles par les agriculteurs marocains, notamment la bonne gestion de la fertilisation phosphatée. D'où, l'intérêt de cette

étude menée par l'INRA de Meknès qui vise à évaluer l'effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement et ses composantes chez le blé au niveau de cite expérimentale de Douyet.

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

CRRA de Meknès est une entité régionale de l'Institut National de la Recherche Agronomique du Maroc dont la mission est d'entreprendre, étudier et transférer les technologies qui répondent aux besoins de sa zone d'action qui couvre les Directions Provinciales d'Agriculture (DPA) de Boulemane, El Hajeb, Fès, Ifrane, Khénifra, Meknès, Taounate, Taza et Sefrou. et possède 3 domaines expérimentaux (D.E) que sont :

- D.E de Ain Taoujdade à spécialité arboriculture fruitière,
- D.E de Douyet à spécialité des grandes cultures,
- D.E de l'Annoceur à vocation montagne.

Son équipe de recherche est constitué de:

- 27 Chercheurs, spécialisés dans différentes disciplines des sciences agronomiques et humaines,
- 18 Techniciens de recherche,
- un Administrateur,
- 51 Agents de support,

Cette équipe est répartie dans 4 unités de recherche (U.R) dont:

- U.R Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phyto- Génétiques,
- U.R Agronomie et Physiologie Végétale,
- U.R Gestion durable des Ressources Naturelles et de Sociologie et d'Economie Rurales,
- U.R Protection des Plantes.

a. Domaines expérimentale Douyet

La présente étude a été entièrement réalisée au sein de l'Institut National de la Recherche Agronomique « INRA » dans le Domaine Expérimental de Douyet (Fès). Le centre est géographiquement situé à 34°04'N, 5°07'W. Il s'agit d'un domaine expérimental implanté en zone Bour favorable de la plaine du Sais (Province de Moulay-Yaacoub- Wilaya de Fès-Meknès). Il se situe à une altitude de 416 m, sur une superficie totale est de 440 ha.

I-SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. PRESENTATION DES ESPECES ETUDIEES

A. Blé

a. Classification botanique

Le blé est une céréale de la famille des graminées (Mouellef, 2010), la classification du blé est la suivante :

- Règne : Plantae
 - Embranchement : Spermaphytes
 - Sous/Embranchement : Angiospermes
 - Classe : Monocotylédones
 - Ordre : Poales
 - Famille : Poaceae
 - Tribu : Triticées
 - Genre : Triticum
- Le blé se présente sous deux formes :
- Le blé tendre (*triticum aestivum*), essentiellement utilisé pour la fabrication du pain, est hexaploïde (génome AA BB DD) avec un total de 42 chromosomes.
 - Le blé dur (*Triticum durum* Desf), utilisé pour la fabrication de pâtes alimentaires, présente un génome tétraploïde (génome AA BB). Chaque génome est constitué de 7 paires de chromosomes homologues, soit un total de 28 chromosomes ($2n = 28$).



Figure 1: *Triticum aestivum*.



Figure2 : *Triticum durum* Desf.

b. Description botanique

Le blé est une graminée annuelle dont la hauteur moyenne de la plante adulte est de 1 mètre. Sa feuille est simple avec des nervures parallèles. Le limbe est aplati et se termine par une extrémité pointue. La tige est cylindrique, dressée, creuse et subdivisée en entrenœuds.

Quant à l'inflorescence, c'est un épi portant un rachis d'épillets comptant deux glumes chacun. Ces dernières contiennent à leur tour 2 à 5 fleurs par glume. La fleur est parfaite avec l'appareil reproducteur mâle formé de 3 étamines et l'appareil reproducteur femelle ne comptant qu'un pistil à 2 styles et stigmates plumeux.

Du côté de la partie souterraine du blé, le système racinaire est constitué de racines séminales produites par la plantule et des racines adventives offrant au blé le système racinaire persistant.

Le grain de blé est un fruit sec et indéhiscence, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Sur l'épi, il est entouré d'enveloppes : les glumes et les glumelles qui n'adhèrent pas au grain et sont éliminées lors du battage. Sur le plan morphologique, le grain possède une forme ovoïde et est caractérisé par la présence d'un sillon qui s'étend sur toute la longueur de la face ventrale. Sur la face dorsale, le germe s'étend du pôle basal jusqu'au tiers de la longueur du grain, et à l'opposé, sur le pôle apical le grain est coiffé d'une brosse à peine visible à l'œil nu.

La taille du grain (5 à 7 mm de long, de 2,5 à 4 mm de large et de 2,5 à 3,5 mm d'épaisseur) et son poids (entre 20 et 50 mg) (Surget&Barron, 2005) sont des caractéristiques variétales qui peuvent varier en fonction des conditions de culture(i.e. échaudage lié à des facteurs d'ordre climatique ou parasitaire) et de la position du grain sur l'épi. En général, les gros grains sont localisés au centre de l'épi (Calderini et al., 2000 ;Evers&Millar, 2002).

Histologiquement, le grain de blé dur est formé de trois types de tissu : le germe (3%), les enveloppes (13-16% du grain) et l'albumen (80-85% du grain) (Kent & Evers, 1994 ; Barron et al., 2007) (Figure 3).

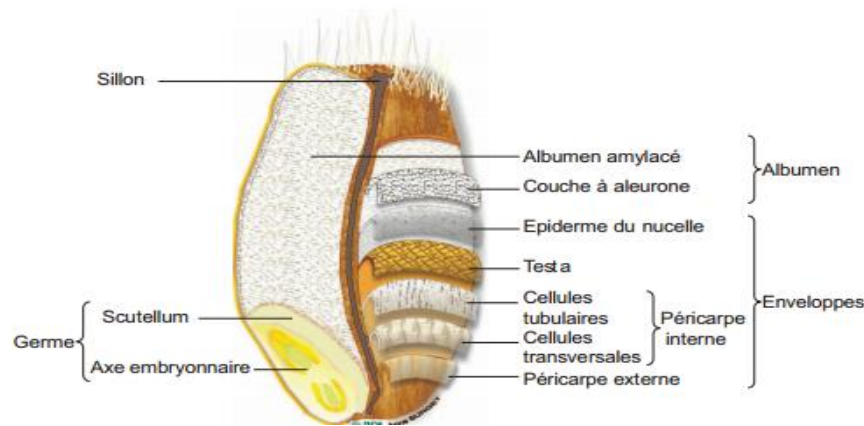


Figure 3: Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé (Surget & Barron, 2005).

c. Origines géographique

La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de la Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq (Ouanzar S, 2012). La base de divers éléments botaniques et archéologiques, que le creuset de notre céréaliculture se situerait en une zone plus limitée du dit Croissant fertile, localisée autour de l'amont du Tigre et de l'Euphrate, dans des territoires actuels de la Syrie et de la Turquie. On croit que le blé dur provient des territoires actuels de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran (Feldman, 2001; Mouellef, 2010). Bonjean et Picard (1990) affirment que le monde Romain a largement contribué à la diffusion des céréales du bassin méditerranéen vers l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest, l'Iraq, et la bordure Ouest de l'Iran (Ouanzar, 2012).

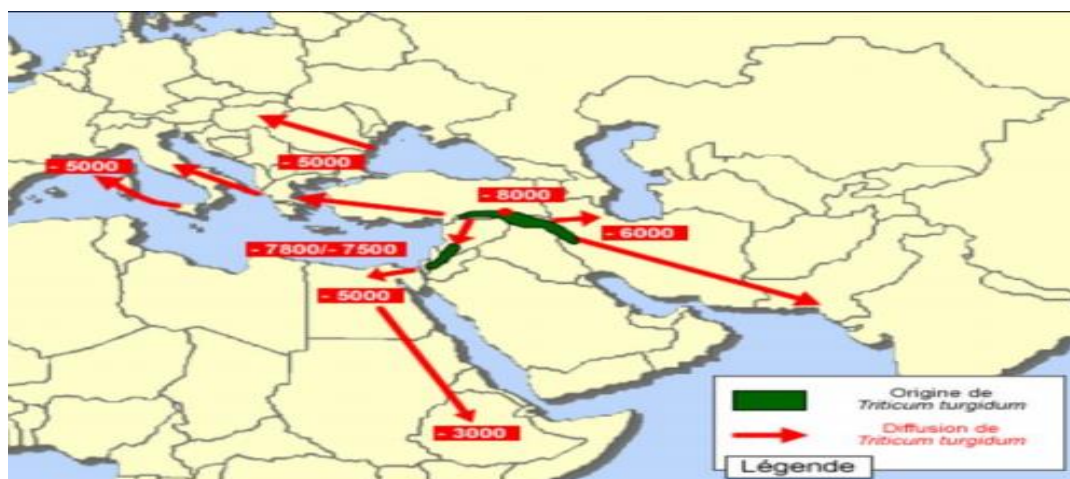


Figure 4: Origine et diffusion de *Triticum turgidum* (Bonjean, 2001).

d. Culture

Le sol argilo-calcaire constitue un bon sol pour la culture de blé car il assure une meilleure nutrition avec ces matières minérales provenant de la roche mère et une matière organique provenant de l'humus, avec une bonne capacité de rétention d'eau.

Pour le blé le semis dépend de la variété :

- Le blé du printemps le semis est en Mars.
- Le blé d'hivers le semis est entre octobre et novembre.

Au Maroc on n'utilise que les blés d'hiver.

Les deux sont semés à une profondeur de 1 à 2 cm (De Reycke, 2005).

Les besoins en eau sont variables selon le stade de développement :

- A la fin du tallage, les besoins sont faibles.
- Au cours de la montaison jusqu'à la fin de la floraison, ils sont considérables.
- Après la floraison, le blé devient très résistant à la sécheresse.

La culture de blé exige un apport de fertilisants riches en azote, phosphore et potassium. Ainsi, c'est un facteur limitant de la production et la qualité de cette noble céréale. La carence en cet apport conduit une réduction de croissance de la plante.

Le blé, tout comme les autres céréales est sensible à certaines maladies fongiques comme l'oïdium, la fusariose, la rouille jaune, brune et septoriose. Afin de faire face à ces maladies, l'utilisation des fongicides est acceptable mais des variétés résistantes reste le meilleur choix Charles (2011).

e. Évolution des superficies du Blé au Maroc

L'évolution des superficies du Blé depuis 2000-2001 jusqu'à 2015-2016 est illustrée dans la figure 5.

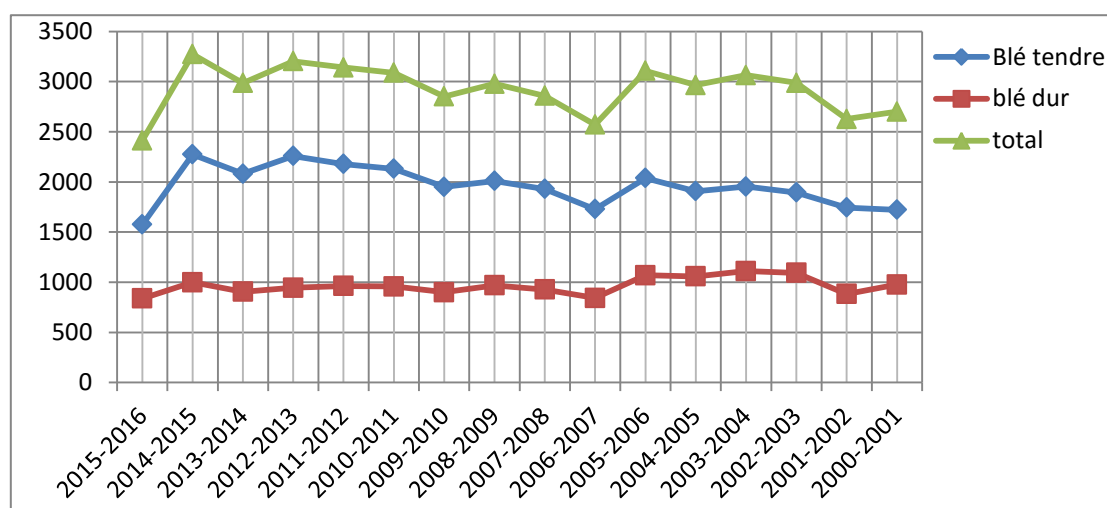


Figure5 : Évolution des superficies des blés Au Maroc(Source : ONICL2016).

- Les variations de la superficie des blés sont le résultat d'une multitude de facteurs dont notamment les précipitations ainsi que les projets et programmes de l'État dans le cadre de la mise en œuvre de la politique céréalière.
- Le blé tendre occupe la première place en matière de superficie avec une moyenne de 1961312,5 d'ha suivie du blé dur qui occupe en matière de superficie une moyenne de 964937,5 d'ha.
- La stratégie du plan vert au Maroc pour la filière céréalière a pour objectif de réduire de 20 % de la superficie qui est maintenant 4.2 millions ha.

f. Évolution des productions du blé au Maroc

L'évolution des productions du Blé depuis la campagne 1980-1981 jusqu'à 2015-2016 est illustrée dans la figure 6.

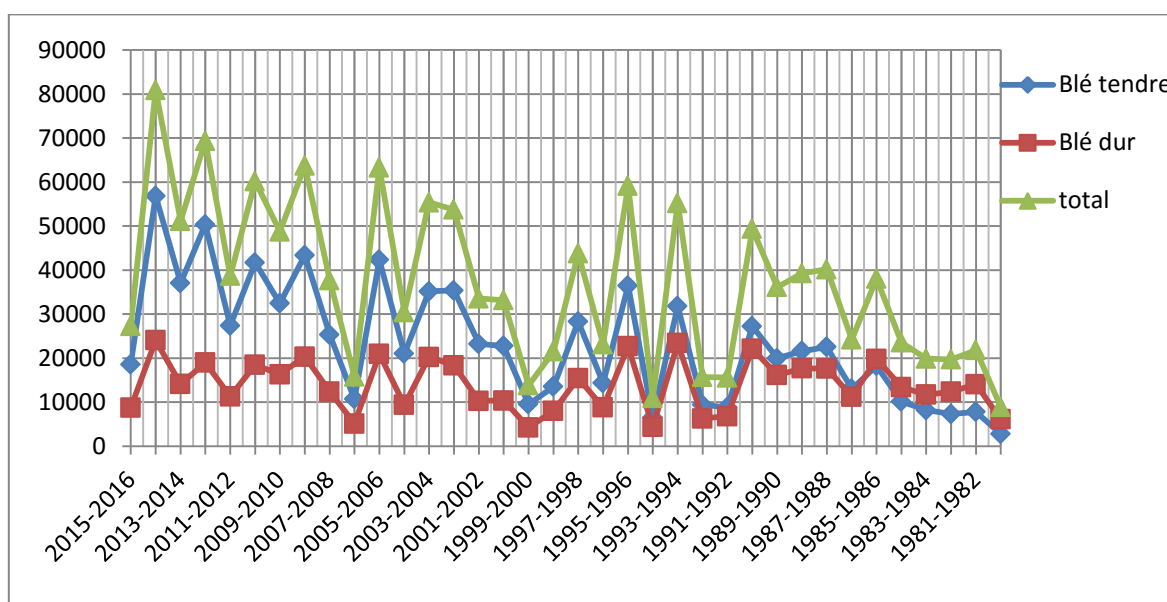


Figure 6 : Évolution de la production des blés Au Maroc (source : ONICL2016).

La production du blé oscille autour d'une moyenne de 37317250qx (moyenne calculée sur la période du 1980-81 à 2015-2016), avec un maximum de 80919000qx enregistré en 2014-2015. Elle est très significativement liée aux conditions climatiques qui dominent durant la campagne agricole, et surtout les précipitations et leur répartition.

Le blé tendre présente des productions légèrement supérieures à celles du blé dur, avec une production totale de 841,31 million qx pour blé tendre et 502,12 million qx pour blé dur.

B. Féverole

a. Classification botanique

La féverole est une légumineuse faisant partie des différentes variétés de *Vicia faba*. C'est une espèce diploïque dont la classification (Dajoz, 2000).

- Règne : Plantae
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous/Embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous/Classe : Dialypétales
- Série : Caliciflores
- Ordre : Rosales
- Famille : Fabaceae
- Sous/Famille : Papilionacées
- Genre : *Vicia*
- Espèce : *faba* L

Vicia Faba est subdivisée en 3 variétés leur distinction est basée sur la taille et la forme des grains et des gousses ainsi que le port des gousses sur les tiges (El Bakkhali, 2014):

- fève (*Vicia faba* var.*major*).
- fêverole (*Vicia fab* .var. *minor*).
- févette ou fèves de cheval (*Vicia faba*.var.*equina*).

b. Description botanique:

La féverole est une plante annuelle herbacée à croissance indéterminée (Duc, 1997).

Ses feuilles sont composées et possèdent 2 à 8 folioles.

La tige est creuse, rigide, avec une section carrée. Selon les conditions de culture et les génotypes (Le Guen et Duc,1992 in Souidi, 2013), le nombre de nœuds est compris entre 10 et 40 à partir desquels prennent naissance les feuilles.

Quant à l'inflorescence, c'est une grappe de 2 à 12 fleurs axillaires qui peuvent être blanches, brunes ou violettes, mais les ailes présentent une coloration noire. Les fleurs sont hermaphrodites et présentent une structure papilionacée typique (Duc, 1997) : la corolle est constituée de 5 pétales inégaux dont 1 étendard, 2 ailes latérales et 2 inférieures (la carène) qui sont soudés sur leur bords extrêmes (Mbida, 2014). Le calice est gamosépale avec 5 sépales. Les étamines sont au nombre de 10 dont 9 sont unies dans une gaine renfermant l'ovaire et la plus haute est libre. L'appareil reproducteur femelle possède un ovaire contenant des ovules allant de 1 à 9 parfois à 10 (El Bakkali, 2011). Le fruit est une gousse érigée et cylindrique avec 2 à 8 petites graines ovoïdes, régulières et lisses (Souidi, 2013)

Le système racinaire est constitué d'une racine pivotante possédant des racines secondaires. Ces dernières présentent des nodosités blanchâtres assez nombreuses avec en symbiose des

bactéries du sol du genre *Rhizobium* assurant la fixation de l'azote atmosphérique (Duc, 1997; Tripp, 2011).

La reproduction est partiellement allogame contrairement aux autres légumineuses qui sont essentiellement autogames. La pollinisation est entomophile et est assurée par les insectes dont les abeilles pour la plupart des cas. Toutefois, on peut remarquer un croisement naturel (pollinisation naturelle allant de l'ordre de 2 à 84% en fonction de la géographie, de l'espèce de l'activité des insectes pendant la floraison (Duc, 1997).

2.LE PHOSPHORE DANS LE SOL

A. Formes du Phosphore dans le sol

Le phosphore est le troisième facteur limitant la production des céréales après l'eau et l'azote donc est nécessaire à la croissance des plantes. Il est présent dans le sol sous la forme de phosphates soit dissous dans l'eau, soit fixés sur les particules du sol, soit dans les minéraux ou encore sous forme organique. Selon Reid (2013), le Phosphore se trouve sous 3 formes que sont:

- P soluble dont le P dihydrogène (H_2PO_4^-), le plus préféré par les végétaux, et le P mono-hydrogène (HPO_4^{2-}), les deux formes présentes dans la solution du sol les plus assimilables par les plantes.
- P labile qui est la fraction du P retenu à la surface des particules argileuses .Il sert de réserve. Ainsi, il remplace celui de la solution une fois prélevé à travers les racines de la plante.
- P non labile qui constitue la grande perte de P assimilable par lessivage. C'est du P lié aux ions comme aluminium, fer et calcium, ce qui conduit à la formation des composés peu solubles, l'autre partie est adsorbée sur l'argile et par conséquent non assimilable par la plante.

B. Disponibilité du Phosphore dans le sol

La réserve globale de phosphore dans le sol est généralement très élevée, mais seule une infime fraction est directement disponible à la plante; la majeure partie est fixée et immobilisée dans le sol.

La disponibilité du phosphore peut être classifiée comme suit :

- Dissout directement dans la solution du sol sous forme H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} (directement disponible pour la plante).
- Phosphore bio disponible, facilement disponible pour la plante avec :
 - Adsorption spécifique de la fraction P sur des hydroxydes et oxydes de fer ou d'aluminium, ainsi que sur des minéraux d'argile.
 - Phosphates de calcium, de magnésium, de potassium, de sodium et d'ammonium en fonction de la concentration des cations dans la solution du sol.

- phosphates liés à la matière organique et facilement minéralisables.
- Phosphore peu ou pas disponible :
 - Phosphates de calcium de fer et d'aluminium (minéraux) (La société K+S KLI France).

C. LE PHOSPHORE DANS LA PLANTE

1 .Présence

Le phosphore est présent dans les plantes sous forme minérale et organique qui s'accumulent sans doute temporairement dans le cône d'élaboration chlorophyllienne. Le P organique est surtout présent dans les graines. Le P fait partie de beaucoup d'enzymes qui catalysent les réactions métaboliques.

2. importance agricole du phosphore

- Le phosphore est surtout nécessaire à la formation des graines, des semences et de l'amidon. En carence de phosphore, la récolte peut diminuer jusqu'à 50% .Le phosphore se trouve en relation étroite avec la production des vitamines et le cytochrome,
- Il stimule indirectement le développement du jeune système racinaire,
- L'abondance de phosphore explique la résistance plus grande des racines à certaines maladies,
- Il influence sur la qualité de certains produits agricoles,
- Les plantes fumées avec de phosphore seront riches en azote protéique,
- La qualité du blé dépend de la fumure phosphatée qui augmente la teneur en glutine.(J.BAEYENS,1967).

3. Rôle du Phosphore dans la plante

Le phosphore est un élément majeur pour la plante. Il exerce plusieurs rôles vis-à-vis des végétaux. Il favorise (A. GUIVARCH,2001) :

- la croissance : son action est conjuguée à celle de l'azote. Les besoins en azote et en phosphore évoluent parallèlement,
- le développement des racines et l'accroissement de la masse des racinelles, favorisant l'alimentation et la croissance de la plante,
- la précocité favorisant un développement racinaire rapide,
- la rigidité des tissus, ainsi ils sont plus résistants à la verse et aux maladies dues à des champignons,
- la fécondation et la fructification,
- la qualité des produits (tissus riches en phosphore).

4. Les symptômes de carence en phosphore

La réponse des cultures à une carence en P est complexe. On assiste à des modifications moléculaires, biochimiques, physiologiques et morphologiques qui permettent à la plante de s'adapter à une disponibilité du P dans le sol (Raghothama, 1999):

- La plante ralentie ou cesse toute croissance (nanisme) avec des pousses pauvres et raides et présentent un feuillage à tenue rigide,
- La croissance des racines mais aussi le tallage (céréales) sont freinés,
- Retard de la floraison et de la maturation des produits récoltés,
- La plante ne peut plus utiliser l'énergie solaire (pas de photosynthèse),
- L'ensemble du métabolisme est perturbé car la transmission de l'énergie ne fonctionne pas correctement,
- Au début les feuilles les plus âgées deviennent vert foncé puis prennent souvent une couleur rougeâtre avant de périr. La cause est l'enrichissement excessif en chlorophylle et le haut taux d'anthocyane,
- Les feuilles les plus âgées dépérissent à un stade précoce,
- Les plantes sont moins résistantes au froid.

II. Matériel et Méthodes

A. Matériel végétal

Notre étude a porté sur deux espèces végétales. La première est la variété de féverole Alfia 5 d'origine marocaine, avec anthocyane au niveau de la tige et des tâches de mélanine au niveau des fleurs. Les gousses sont courtes avec un port dressé. Le rendement est généralement de 20 à 25 q/ha par an. Quant au blé, on a utilisé la variété Amal du blé tendre dont le rendement varie en général de 60 à 70 q/ha.

B. Méthode

Deux essais ont été réalisés sur le blé :

- Dans le premier essai : on a installé séparément le blé sur des parcelles où on a déjà cultivé la féverole (Essai blé sur féverole).
- Dans le deuxième essai : on a installé séparément le blé sur des parcelles où on a déjà cultivé le blé (Essai blé sur blé).

a. Dispositif expérimental

Le dispositif adopté est un dispositif en blocs aléatoires complets composés de 4 blocs avec 4 parcelles chacun dont le traitement de P_2O_5 diffère d'une parcelle à une autre par la l'apport du phosphore et par le précédent cultural (blé ou féverole).

Tableau 1: Apport antérieur du phosphore en tant qu'engrais P_2O_5

Symbole	P_2O_5 (kg/ha)
P0	0
P1	20
P2	80
P3	160

Chaque parcelle élémentaire a une superficie de $10 \times 8 \text{ m}^2$ et séparée d'une autre parcelle de 2m. Elle comporte 10 lignes. Deux blocs sont équidistants de 2 m l'un de l'autre. Le dispositif est reporté dans la figure 7.

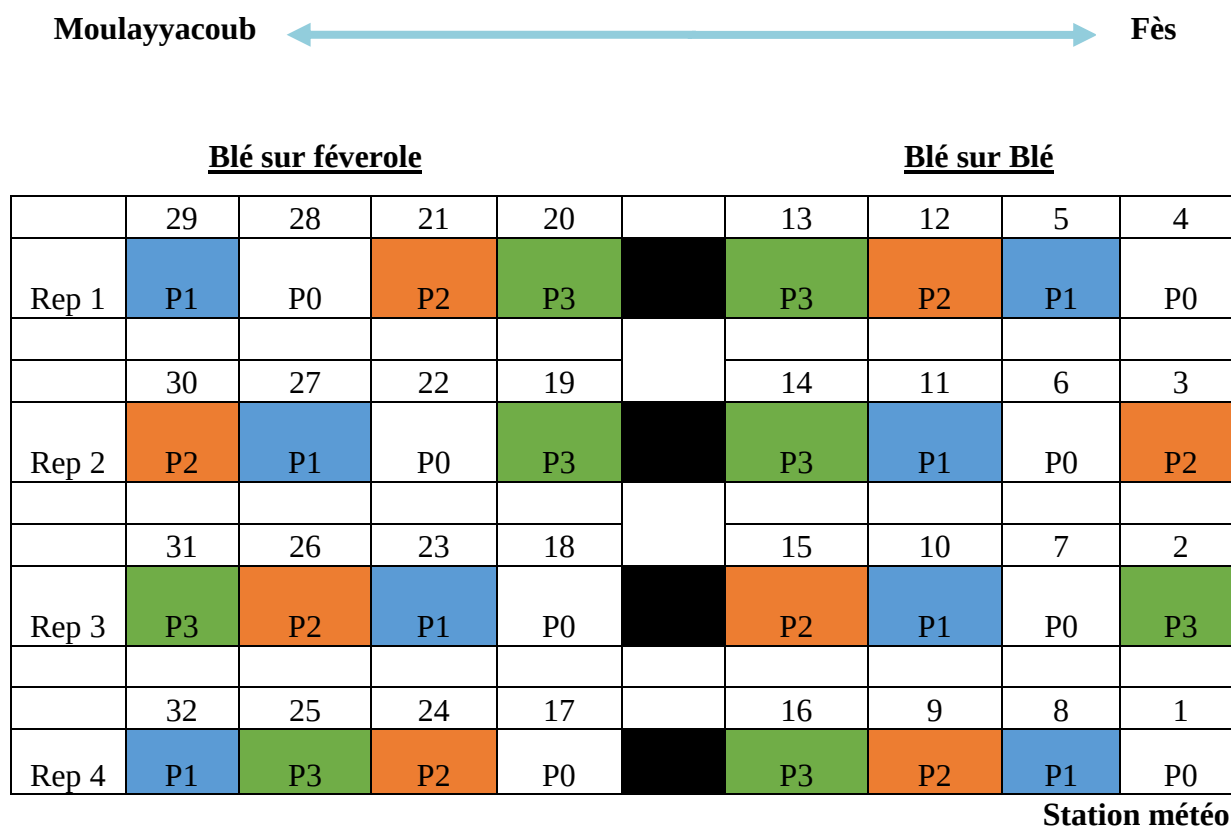


Figure 7: Dispositif en blocs aléatoires complets avec les différentes concentrations de P_2O_5 et le précédent culturale.

b. Mesures effectuées

A la maturité physiologique des blés, une placette de 1 m^2 des 8 lignes internes (à l'exception des 2 extrêmes) de chaque parcelle ont été choisies pour mesurer les paramètres suivant:

- Analyse du sol (pH, conductivité électrique, matière organique, phosphore disponible).
- Nombre des pieds par m^2 .
- Nombre des thalles par m^2 .
- Les hauteurs des plantes.
- Matière sèche.
- Rendement et ses composantes (PMG, nombre d'épis/ m^2 , nombre d'épillets/10 épis, nombre de grains/10épis, poids de grains /10épis, biomasse(kg)/ m^2 , nombre de grains/ m^2 , nombre épillets/épis, nombre de grains/épillets).

Les données collectées de l'expérimentation ont été traitées par Excel et l'analyse de la variance par le logiciel statistique SPSS 19.0.

C. Les conditions climatiques de la campagne agricole 2016/2017 Douyet

1-Régime pluviométrique

La campagne 2016/2017 à Douyet a été caractérisée par une pluviométrie généralement faible, le cumul des précipitations du début octobre à fin avril a été de 261mm.

Comme il est présenté dans la figure 8. La pluviométrie a été importante au début de la campagne, Le niveau pluviométrique le plus élevé a été enregistré au mois de Décembre avec un total de 65.00 mm et le niveau pluviométrique le plus faible a été enregistré au mois de janvier avec un total de 11.00 mm. En conclusion cette campagne agricole est considérée comme une année sèche, avec une mauvaise répartition des pluies tous le long de cycle de la culture.

2-Régime thermique

La température moyenne maximale a été enregistré en aout (29.6°), alors que la température minimale(9,1 °C) a été enregistrée en janvier.

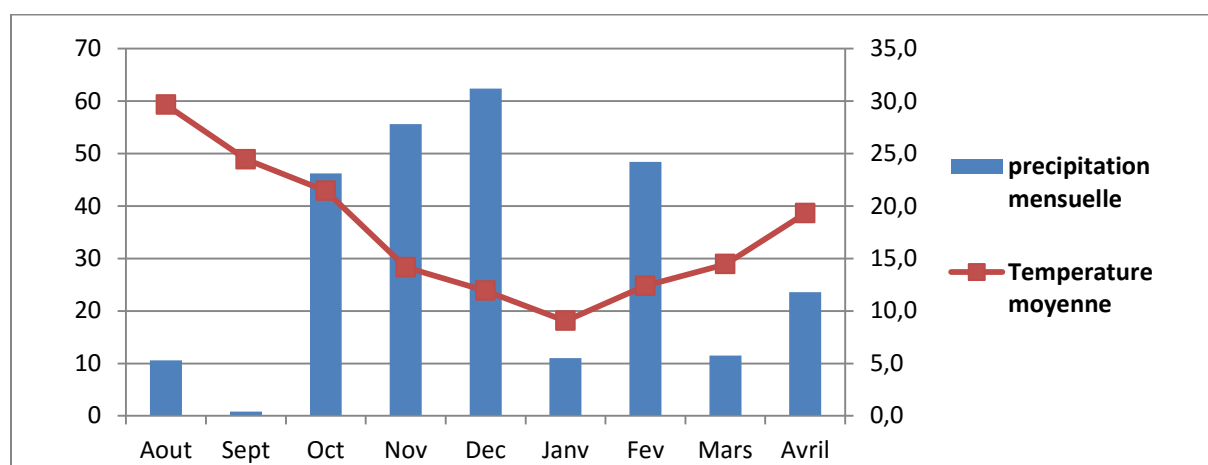


Figure8: Evolution de la pluviométrie de la température durant la campagne 2016/2017
(Source : station expérimentale Douyet).

Les relèves météorologiques pour la campagne 2016/2017 pour le domaine expérimental de Douyet sont dans l'annexe 1 (source : station expérimentale Douyet)

D. Caractéristiques des sols des sites d'expérimentation Douyet

Dans cette partie nous allons résumer les principales techniques d'analyses chimiques concernant le sol réalisées au laboratoire d'analyse de sol du CRRA Meknès.

Pour notre essai, 8 échantillons de sols de Douyet prélevés et ramenés au laboratoire. L'analyse des échantillons passe par les étapes suivantes :

- Enregistrement sous un numéro interne pour assurer la confidentialité et avoir une traçabilité.
- Séchage des échantillons dans une étuve à 37 °C jusqu'à ce qu'ils soient secs (48h).

- Séparer les éléments grossiers qui ne seront pas analysés.
- Broyage et Tamisage à 2mm pour certaines analyses : pH, MO, etc....

➤ **pH DU SOL**

Le pH régule la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol, c'est probablement le facteur le plus important à considérer lors de l'analyse du sol, Le pH est mesuré par un pH-mètre après calibration de l'appareil.

A.MATERIEL

1. Balance à 0,01g de précision
2. pH mètre
3. Bêchers de 50 ml
4. Baguettes en verre

B. REACTIFS

1. Solution tampon de pH=4, pH=7, pH=9
2. Solution de 1,0M CaCl₂ : dissoudre 147g de CaCl₂.H₂O dans un litre de H₂O distillée.

C.MODE OPERATOIRE

PH dans L'eau (pHe) et pH dans CaCl₂(pHs).

1. Peser 10 g du sol à 2,0 mm dans des bêchers de 50 ml.
2. Ajouter 20 ml d'eau distillée.
3. Agiter 3 fois (chaque 10 min) avec une baguette pendant 30 min.
4. Lire le pH eau après 30 min.
5. Ajouter 2ml (8gouttes) de 1,0 M CaCl₂.
6. Agiter comme en(3) et lire le ph sel.

D.PRECAUTIONS

1. Manipuler l'électrode avec précaution, rincer avec H₂O après usage et conserver dans un flacon à pH=7.
2. Etalonner le PH-mètre avec les tampons avant mesures.

➤ **CONDUCTIVITE ELECTRIQUE**

A. MATERIEL

1. Conductimètre

B. MODE OPERATOIRE

1. Peser 10 g du sol dans des bêchers de 50 ml.
2. Agitation pondent 30 min.
3. Conductivité électrique.
 - Standardiser le conductimètre en mesurant la ce dans le standard.
 - Mesurer la conductivité de l'eau distillée.
4. Si les lectures ne correspondant pas aux standard : il y a un problème.



Conductimètre

➤ **MATIERE ORGANIQUE**

- ✓ La méthode utilisée (à l'INRA Meknès) pour mesurer la teneur en MO est celle proposée par: Walkey et Black.

A. MATERIEL

1. Jeu de pipettes.
2. Fioles jaugées de 1000 ml.
3. Epprouvettes graduées de 200ml.
4. Burette à piston ou simple.
5. Erlenmeyers de 250 ml.

B. REACTIFS

1. Acide sulfurique concentré (H_2SO_4) 98% ($d=1,83$).
2. Acide phosphorique concentré (85%).
3. Bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. 1N
 - Sécher le bichromate de potassium à 105°C et refroidir dans un dessiccateur.
 - Peser 49,04g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ p.a. et dissoudre dans environ 800ml d'eau distillée, jaugé à un litre.
4. Sulfate de fer ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 1N.
 - Dissoudre 278g de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ p.a.
 - Ajouter 5ml d'acide sulfurique conc.
 - Laisser refroidir et puis jauger à 1000ml.
5. Indicateur : diphénylamine.
 - Dissoudre 0,5g de diphénylamine dans un mélange de 20ml de H_2O et 100ml de H_2SO_4 concentré.

C. MODE OPERATOIRE

1. Peser 0,5g de sol tamisé à 2mm dans erlenmeyer de 250 ml.
2. Faire un blanc dans les mêmes conditions.
3. Ajouter 5ml de bichromate de potassium 1N.
4. Agiter à la main doucement jusqu'à dispersion du sol.
5. Ajouter 10 ml de H_2SO_4 concentré en agitant doucement environ 1min.
6. Laisser reposer 30min sur un isolant thermique.
7. Ajouter 75 ml d'eau distillée, homogénéiser ET.
8. Ajouter 5ml de H_3PO_4 concentré.
9. Laisser au repos pendant 30 min.
10. Ajouter 0,5 ml (4gouttes) de l'indicateur H_2SO_4 et homogénéiser.
11. Titrer l'excès de $\text{K}_2\text{CR}_2\text{O}_7$ avec le FeSO_4 1N jusqu'au vert brillant.
12. Noter le volume de FeSO_4 pour titrer le blanc et l'échantillon.

➤ **PHOSPHORE DISPONIBLE**

- ✓ Le Phosphore disponible est déterminé par la méthode Olsen qui consiste en une extraction par une solution bicarbonate de sodium NaHCO_3 0,5N tamponnée à pH=8,5.

A. MATERIEL

1. Erlenmeyers 250ml et 50ml.
2. Agitateur va et vient.
3. Entonnoirs, béchers 50ml.
4. Fioles jaugées.
5. Pipettes.
6. Spectrophotomètre.

B. REACTIFS

1. Solution de hydroxyde sodium 5 N : diluer 200g de NaOH dans environ 950ml de H_2O , après refroidissement, compléter à 1l de H_2O .
2. Solution d'extraction =(SE).
3. Bicarbonate de sodium (NaHCO_3) 0,5 N à pH=8,5.
 - Dissoudre 42g de NaHCO_3 dans 900 ml de H_2O
 - Ajuster le pH à 8,5 avec NaOH 5 N.
 - Compléter à 1000ml avec l'eau distillée.
4. Solution de préparation de la coloration=(SPC)
 - Acide sulfurique (H_2SO_4) 5 N : à 500ml de H_2O ajouter 148ml de H_2SO_4 concentré. Compléter à 1l avec H_2O .
 - Dissoudre 12g du molybdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dans environ 250ml de H_2O .
 - Dissoudre 0,29g du potassium antimoine tartrate dans environ 100ml d'eau distillée.
 - Dans une fiole de 2L contenant 1L de (H_2O) 5 N. Ajouter les solutions molybdate d'ammonium et (C).
 - Ajouter 700ml de H_2O , bien mélangé et jauger à 2L avec l'eau.
5. Solution de coloration =(SC).
 - ↳ La solution de coloration n'est pas stable et doit être renouvelée.
 - Dissoudre 1,056g d'acide ascorbique dans 200ml de SPC.
6. Solution mère de 500 ppm :
 - Dissoudre 2,197g du phosphate monopotassique KH_2PO_4 (séché à 105°C pendant 1h et refroidis dans un dessiccateur) dans une fiole de 1 L jaugé à 1000 ml.
 - Si la solution est à stocker ajouter 1-2gouttes de toluène.
7. Solution fille de 100ppm.
 - Diluer 50ml de la solution mère dans 250ml d'eau distillée.
8. Préparer des standards de 0, 1, 2, 3, 4 et 5ppm en diluant 0, 5, 10, 15, 20 et 25 ml de la solution fille (7) dans 500ml avec H_2O .

C. MODE OPERATOIRE

1. Peser 5g de sol à 2mm dans un flacon de 250ml
2. Ajouter 100ml de la solution (SC).
3. Agiter pendant 30min.
4. Filtrer la solution à travers Whatman différent à 40 ou 42 (filtrat limpide).
5. Prélever 10ml de l'extrait dans une fiole de 50ml
6. Acidifier avec 1ml de H₂SO₄ 5 N.
7. Ajouter 8ml de la (SC)
8. Compléter à 50ml avec l'eau distillée.
9. Lire l'intensité de la couleur bleu à 820nm après 15 à 30min.
- 10.

D. ETALONNAGE

1. Prélever 10ml de chaque standard dans des béchers de 50ml.
2. Ajouter 8ml de la solution d'extraction plus acide ascorbique.
3. Acidifier avec 10ml de H₂SO₄.
4. Compléter à 50ml avec H₂O.
5. Lire l'intensité de la couleur bleu à 820nm après 10 à 15 min.



Dosage final des échantillons du sol

Tableau2 :Itinéraire technique de blé

Opérations	Date
Pulvériser à disques (C/C croisé)	18/10/2016
Epandage engrais sulfate d'ammoniaque 21% 2qx/Ha	07/11/2016
Enfouissement	08/11/2016
Vibroculteur	15/11/2016
Semis	10/12/2016
Traitement contre les mauvaises herbes(CAMBIFLUIDN 1L/H)	09/02/2017
Découpage des parcelles	12/02/2017
Epandage ammonitrate 33.5% 1ql/Ha	16/02/2017
Traitement contre la rouille : impact 1L/HA	27/02/2017

III. RESULTATS ERT DUSCUTION

A. ANALYSE DU SOL

Les résultats de pH et de la conductivité électrique pour les différents échantillons du sol de Douyet réalisés au niveau du laboratoire de l'INRA de Meknès sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3 pH et conductivité électrique

Echantillon	pH	Conductivité électrique (mS)
1	7,2	0,54
2	7,21	0,48
3	7,2	0,52
4	7,19	0,47
5	7,18	0,44
6	7,18	0,5
7	7,19	0,5
8	7,18	0,47

On remarque que le pH du sol généralement neutre donc P disponible pour le blé (sans effet sur l'assimilation de P) selon les normes de l'annexe 2. Les valeurs de la conductivité électrique enregistrée chez différents échantillon varie entre 0.44mS à 0.54mS. selon les normes, notre sol non salé donc son effet sur le rendement est négligeable selon les normes de l'annexe 3.

Tableau 4 Matière organique

Echantillons	MO%
1	0,966
2	0,69
3	0,966
4	0,414
5	1,035
6	0,828
7	0,828
8	0,966

D'après ces résultats on constate que le sol de Douyet très pauvre en MO pour les 8 échantillons selon les normes de l'annexe 4.

Tableau 5 Concentration phosphore

Echantillon	P ₂ O ₅ EN PPM
1	9,84
2	14,58
3	12,84
6	14,58
4	12,13
5	8,41
7	15,53
8	13,71

D'après ces résultats on montre que le sol de Douyet est faible teneur en P selon les normes a l'annexe 5.

En plus de manque des précipitations et ses mauvaises répartitions ainsi que le domaine expérimental Douyet souffre de manque de phosphore dans le sol, ces facteurs vont influencés sur les résultats obtenus, par contre les autres agriculteurs voisins ont eu un bon rendement.

B.EFFET DU PHOSPHORE RESIDUEL SUR LES COMPOSANTES DE RENDEMENT

a. Rendement en grain (q/ha)

La figure 9 représente l'effet du P résiduel pour les différentes concentrations de P₂O₅ sur le rendement en graine chez le blé.

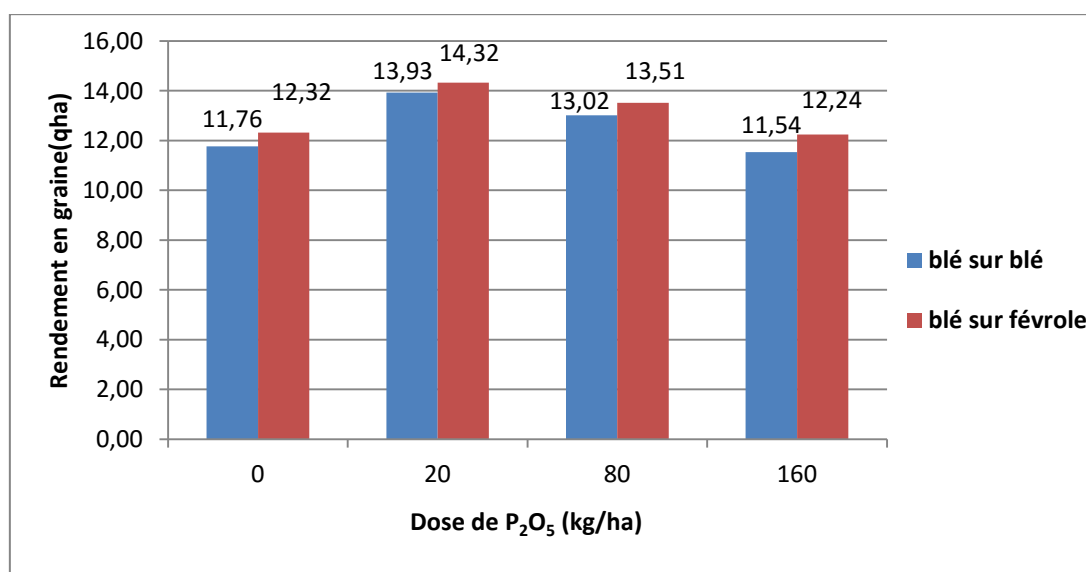


Figure 9 : Rendement en grains en fonction de la concentration de P₂O₅chez le blé.

Les rendements en grain enregistrés durant cette campagne agricole sont faibles à cause des faibles quantités de pluie enregistrées durant cette campagne et de leur mauvaise répartition tous le long de cycle de la culture (Annexe 1).

Pour les deux facteurs et leur interaction (doses de Pet culture précédent) l'analyse de la variance n'a pas montré d'effet significatif sur le rendement en grain chez le blé. Avec l'histogramme des moyennes, on constate qu'avec l'augmentation de la dose de P_2O_5 , il y a eu augmentation de rendement par rapport au témoin (sans apport de P) à moyenne de 17.34%. En plus, on remarque que la rotation blé sur féverole a toujours donné le rendement en grain le plus élevé. Concernant les recommandations que nous pouvons apporter à l'agriculteur, il plus judicieux de faire un apport de 20 kg/ha.

b. Poids de 1000 graines (PMG) de blé

Les résultats du PMG de blé selon le P résiduel des différentes concentrations de P_2O_5 sont illustrés dans l'histogramme des moyennes de la figure 10.

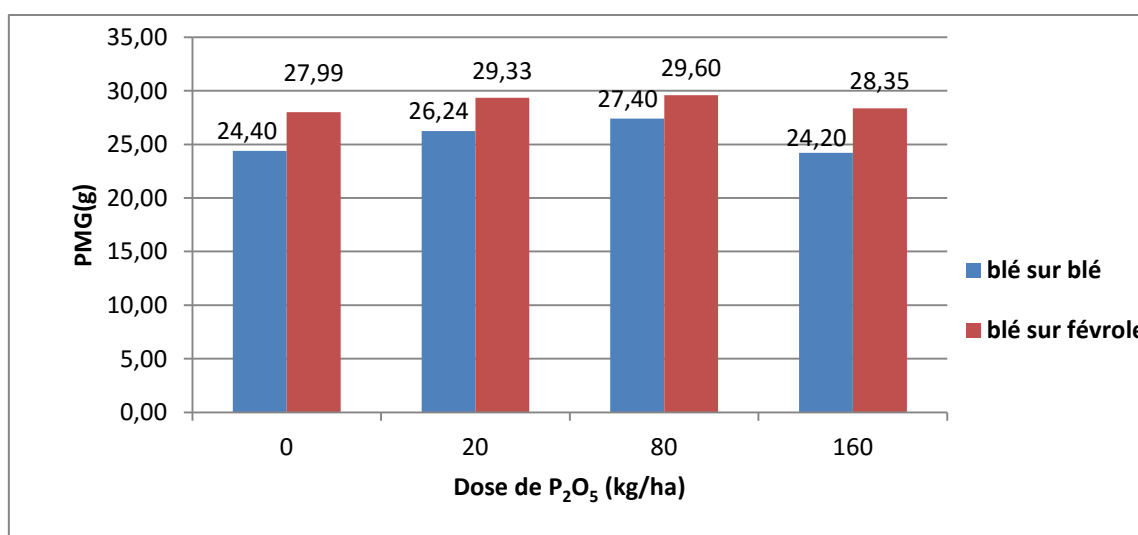


Figure 10: Poids de 1000 Grain en fonction de la concentration de P_2O_5 chez le blé.

L'analyse de la variance montre que le P résiduel n'a pas exercé pas d'effet sur le PMG de cette céréale. Avec l'histogramme, on remarque que le PMG a enregistré une légère augmentation pour les différentes doses en comparaison avec le témoin (0 kg/ha de P_2O_5). Le PMG obtenu sous le précédent blé sur féverole est toujours supérieur que celui obtenu par le précédent blé sur blé. Concernant les recommandations que nous pouvons apporter à l'agriculteur, il plus judicieux de faire un apport de 20 kg/ha car il n'y a pas une grande différence de rendement entre l'apport de 80kg/ha et 20 kg/ha quelque soit le précédent cultural.

c. Nombre des graines par m²

Les résultats montrant le nombre des graines par m² en fonction des différentes doses de P₂O₅ sont représentés dans la figure 11.

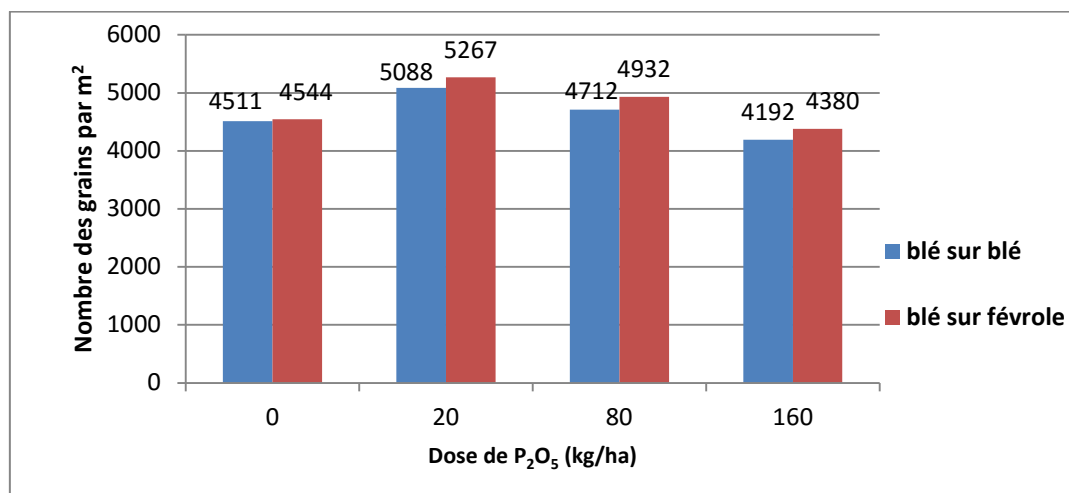


Figure 11: Nombre des graines par m² en fonction de la concentration de P₂O₅ chez le blé.

L'analyse statistique montre que le nombre de graine par m² varie de manière non significative en fonction du P résiduel provenant des différentes concentrations de P₂O₅. En comparant les différents résultats, on remarque qu'il n'y a pas une grande différence entre le nombre de graine par m² par rapport au témoin pour les différentes concentrations de P₂O₅. Toutefois, on note une légère augmentation de cette composante mesurée pour le précédent blé sur féverole. En ce qui concerne les recommandations que nous pouvons apporter à l'agriculteur, il est plus judicieux de faire un apport de 20 kg/ha.

d. Indice de Récolte (IR)

La figure 12 représente l'effet du P résiduel des différentes doses de P₂O₅ sur l'IR du blé.

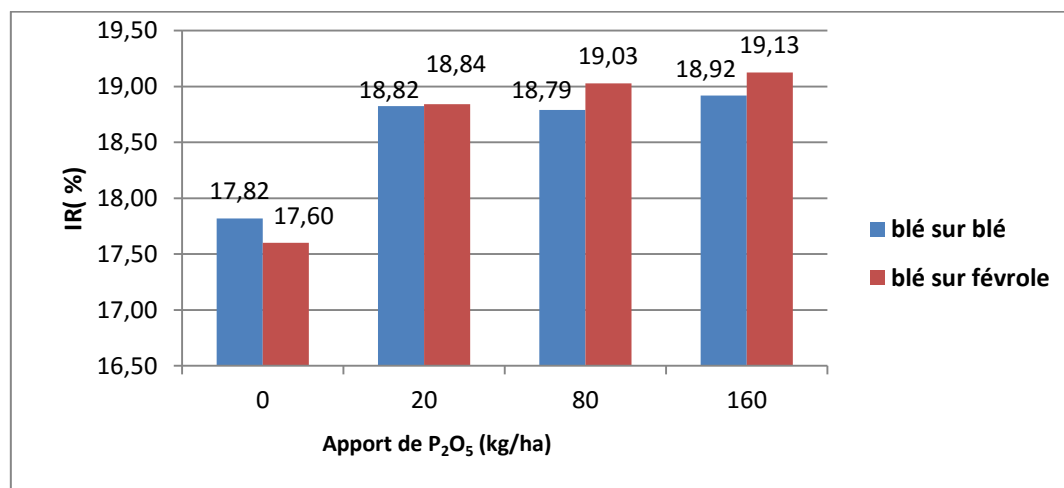


Figure 12: Indice de récolte en fonction de la concentration de P₂O₅ chez le blé.

L'analyse de la variance montre que l'IR varie d'une façon non significative pour les différentes concentrations de P_2O_5 apportées l'année passée chez les deux cultures. L'histogramme des moyennes montre la variation pour les différents traitements de P_2O_5 par rapport au témoin. En effet, on constate que l'IR est faible pour les doses 20 et 80 kg/ha et est légèrement supérieur pour la dose 160 kg/ha. Concernant les recommandations que nous pouvons apporter à l'agriculteur, pour les agriculteurs s'intéressent à avoir un bon rendement et aussi pour les agriculteurs qui s'intéressent à la paille on les conseil d'utiliser un apport de P de 20 kg/ha car c'est la dose la moins couteuse qui donne plus ou moins un bon rendement sachant que il n'existe pas une grande différence entre les doses 80 et 160 kg/ha et pour les agriculteurs qui s'intéressent à la paille on les conseil de n'apporte aucune dose de P.

CONCLUSION GENERALE

Notre étude a été réalisée dans le but d'évaluer l'effet du précédent cultural sur la production de Blé, notamment l'effet du P résiduel sur la production de ces cultures tout en effectuant une rotation avec la Féverole.

L'analyse des différents résultats obtenus n'a pas montré d'effets significatifs du P résiduel sur la production de blé. Mais, on remarque que les différentes doses de P_2O_5 apportées l'année précédente ont permis d'assurer la culture suivante. On peut en conclure qu'en effectuant la fertilisation du sol en P l'année d'avant, la culture de blé est possible l'année d'après sans recourir à l'apport d'engrais phosphatés.

On remarque aussi que pour toutes les concentrations de P_2O_5 apportées l'année précédente, on a obtenu de bons rendements de blé pour les doses de 20 et 80 kg/ha par rapport à 160 kg/ha. On en déduit que les doses comprises entre 20 et 80 kg/ha peuvent assurer la production de cette grandes cultures une année après leur application et aussi la rotation blé sur féverole peux a meilleures la rendement de cette culture.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Antoine DELAUNOIS avec la collaboration d'Yves FERRIE, Marcel BOUCHE , Carole COLIN et Cécile RIONDE** Cham ber d'agriculture 81, INRA de Montpellier,2008.
- **Armel Guivarch, 2001:** valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines.
- **Bajji M. 1999.** Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variantes somaclonales sélectionnés In vitro. Thèse de doctorat. Université Louva
- **Barron C, Surget A, et Rouau X. 2007.** Relative amounts of tissues in mature wheat (*Triticumaestivum*L.) grain and their carbohydrate and phenolic acid composition. Journal of Cereal Science 45, 88-96.
- **Bonjean A et Picard E. 1990.** Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Eds Nathan, 235 p.
- **Bonjean A. 2001.** Histoire de la culture des céréales et en particulier celle de blé tendre (*Triticumaestivum* L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, 21: 29-37p.
- **Calderini DF, Abeledo LG, et Slafer GA. 2000.** Physiological maturity in wheat based on kernel water and dry matter. Agronomy Journal 92, 895-901.
- **Chafai A., 2000,** Mécanisation de la culture des Légumineuses alimentaires au Maroc, transfert de technologie en agriculture, n°64, MADRPM/DERD.
- **Charles R., Cholley E., Frei P. et Mascher F., 2011.**Maladies et rendement du blé d'automne: Influence du système de culture. Recherche Agronomique Suisse 2 (6) 264 :271.
- **Dajoz ,R,2000.** Eléments d'écologie .Ed. Bordas. Paris, 5ème édition in : Mémoire de master , UNIVERSIT2 SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH.114p. Maroc.631p.
- **Daoui K., 2007.** Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficience d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse. Université Catholique de Louvain.
- **De Reycke C., Kharoubi A. et Duquesne G., 2005.** Guide des pratiques de l'agriculture biologique en grandes cultures – VETAB.44 p.
- **Duc G., 1997.**Faba bean (*Viciafaba* L).Field Crops Research 53.99-109.
- **El Bakkali N., 2011.**Amélioration génétique de la fève et de la féverole : Mesure des différents paramètres morphologiques. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- **Evers T, et Millar S. 2002.**Cereal grain structure and development: some implications for quality. Journal of Cereal Science 36, 261-284.
- **J.BAEYENS,1967** NUTRITION DES PLANTES DE CULTURE ou physiologie appliquée aux plante agricoles .

- **Kanouni H., 2004.** Effet de la fertilisation phosphatée chez le blé tendre (*Triticumaestivum*) et la fève (*Vicia faba*L.Minor) dans la région de Sefrou : cas de domaine agricole de Louata. Mémoire de 3^{ème} cycle, Op. production végétale, ENA, Meknès. 55 p.
- **Kent NL, et Evers AD. 1994.** Technology of Cereals. Oxford: Pergamon Press Ltd.
- **Mbida F., 2014.**Evaluation de populations locales de fèves et féveroles vis-à-vis du stress hydrique. Mémoire. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- **MAPM,2015:** Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime2015.
- **Mouellef A., 2010.** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticumdurum*Desf.) au stress hydrique. Mémoire. Université Mentouri, Constantine.p93
- **ONICL,2016 :**Office National Interprofessionnel des Céréales et Des Légumineuses 2016
- **Ontario Field** Crop Recommendations, Publication 296.
- **Ouanzar S.2012.** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticumdurum*Desf.). Mémoire de magistère. Université .Farhat Abbes Sétif.
- **RAGHOTHAMA, K. G. 1999.** Phosphate acquisition. Annual Reviews in Plant Physiology and Plant Molecular Biology 50, 665-693.
- **SoudiG., 2013.**Caractérisation et évaluation agronomique des populations locales de *Vicia faba* L. Mémoire. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- **Surget A, et Barron C. 2005.** Histologie du grain de blé. Industrie des céréales, 3-7.
- **Tripp R., 2011.**The Impacts of Food Legume Research in the CGIAR: A Scoping Study.

Annexes

Annexe 1: Relevés météorologiques dans le domaine expérimental de Douyet pour la campagne 2016/2017

mois	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avr
1								
2				6,50		1,00	1,00	
3				2,00				
4				6,00			0,50	
5				7,50				
6								
7			4,50	5,00				
8								
9						7,50		
10						3,50		
11						12,00		
12		25,00						
13		24,50						
14				4,00				
15				12,00				
16				15,50				
17								
18					2,00			
19				4,50	4,50	3,00		
20				2,00		1,00		
21					2,00			
22			12,00			11,50		
23			11,50				9,50	
24			3,00				0,50	5,00
25								
26			2,50		2,50			
27			26,50					1,50
28								18,00
29								
30								
31								
total	-	49,50	60,00	65,00	11,00	39,50	11,50	24,50
cum	-	49,50	109,50	74,50	185,50	225,00	261,00	261,00

Annexe 2: les normes de Interprétation de pH

pH du sol	Appréciation
<5,3	fortement acide
5,3-5,8	Acide
5,9-6,7	Faiblement acide
6,8-7,2	Neutre
7,3-7,6	Faiblement alcalin
>7,6	Alcalin

Annexe 3 : Les normes interprétation des mesures de la salinité du sol par la conductivité électrique

Salinité du sol (mS/cm)	niveau	Réaction des plantes
de 0 à 0,25	Faible	Niveau convenable pour la plupart des plantes si les quantités recommandées d'engrais sont appliquées,
de 0,26 à 0,45	Moyen	Niveau toléré par la plupart des plantes si les quantités recommandées d'engrais sont utilisées,
de 0,46 à 0,70	Elevé	Niveau pouvant réduire la germination de causer des dommages légers sévères aux plantes sensibles à la salinité
de 0,71 à 1	Très élevé	Niveau de salinité pouvant inhiber la germination ou causer des dommages légers à sévères à la plupart des plantes
>1	Extrême	Niveau causant des dommages sévères à la plupart des plantes.

Annexe 4 : Les normes interprétation des mesures de la MO du sol

Classe MO	Interprétation
<1,5	Faible
1,5– 3	Moyen
>3	Elevé

Annexe 5 : Les normes interprétation de tenure en phosphores

Classe P ₂ O ₅ assimilable (Olsen)	Interprétation
<20	Faible
20 – 40	Moyen
>40	Élevé

RESUME

Notre projet de Fin d'Etudes s'est réalisé au sein du Domaine expérimentale Douyet dans l'objectif d'évaluer l'effet du Précédent culture sur la production du Blé, notamment l'effet de Phosphore résiduel sur la production du Blé . Il a porté sur deux cultures qui sont le blé tendre (variété Amal) et la féverole (Variété Alfia 5). Pour mener cette étude, on a installé séparément deux essais du blé sur des parcelles cultivées l'année précédents en féverole et des autres parcelles cultivées l'année précédents en blé. Ces parcelles ont été traitées par différentes concentrations de P_2O_5 (0, 20, 80, 160 kg/ha). L'apport du Phosphore a eu lieu seulement l'année précédente, cette année il n'y a pas eu d'apport. Le plan adopté est un dispositif en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions pour chaque essai. A la maturité physiologique, les résultats obtenus pour quelques paramètres du rendement étudiés ont été soumis à une analyse statistique de la variance à l'aide du logiciel SPSS afin de savoir l'effet du Phosphore résiduel sur ces paramètres. Après cette analyse, il s'est avéré que le Phosphore résiduel n'exerce aucun effet significatif sur la production de blé .

MOTS CLES : Blé, culture précédant, Phosphore résiduel, Maturité physiologique