

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

*En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie
Saharienne*

Option : Production Végétale

THÈME

***Etude de l'effet de quatre types d'engrais
potassiques sur la culture d'orge (*Ordeum vulgare*
L var RIHANE 3) sous pivot dans la région de
Ouargla***

Présenté par : **NOUARI**

Saïd

Composition du jury

Président : M^R CHELOUFI H. Maître de conférences (Université de Ouargla)

Promoteur : M^R HALILAT M. T. Maître de conférences (Université de Ouargla)

Examineurs: M^{me} BOUKHALFA N. Maître assistante (Université de Ouargla)

M^{lle} SALHI N. Maître assistante (Université de Ouargla)

M^R KABOUYA B. Ingénieur agronome

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2005/2006
DEDICACE

*Je dédicace ce travail à ma chère mère **FATMA** à mon père **SAHGIR** qui m'a soutenu pendant toutes ces années d'étude moralement et matériellement.*

*A ma chère sœur **DALILA** et mon frère **MOHAMED**.*

*.A mon oncle **IBRAHIM K***, et aussi à **ABDELHA K*.IBRAHIM K*.HAMZA M*.MADANI K*.HADDJER K*.ALHA K*.ABD ELMOUMEN K**.*

Par la même occasion, je dédie ce travail à tous les amis en particulier à :

***TAHER N*.MAAMER N*.MOHAMED N*.ABEDELHAFID B*.KHALIFA C*.SAID D*.AHMED K*.ABDELMALEK N*.SAYEH N*.AID B.** et à tous les familles **NOUARI** et **BENNOUI**.*

*A tout les amis de mosquée **FOUDIL WERTALANI** à cité universitaire 2000 Ouargla.*

*Tous les collègues (es) de la 18ème promotion surtout **TAREK K** et **BRAHIM B**.*

*A tous les étudiants de l' **I.T.A.S**.*

SAID

REMERCIEMENTS

Eloge à dieu tout puissant qui m'a donnée, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à :

Mr HALILAT.M.T : *Maître de conférences au département des sciences agronomiques pour l'honneur qu'il ma fait en acceptant de m'encadrer et pour sa patience et ses aides.*

Mr CHELOUFI H : *Maître de conférences au département des sciences agronomiques à l'université de Ouargla d'avoir accepté de présider la commission de jury.*

Mme BOUKALFA N : *Maître assistante à l'université de Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail et pour ses aides.*

Mlle SALHI N : *Maître assistante à l'université de Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Mr KABOUYA B : *Ingénieur d'agronomie d'avoir accepté d'examiner ce travail et de m'avoir donnée le droit pour réaliser ce travail à son périmètre.*

A tout les enseignants et les employés de l'I. T. A. S.

SAID

()\$ ' # & & % !" # # \$
 /- . *+\$ #,
 45 (41 ' & % 0 * 1 # !" 2 ,
 #\$ (74 8 9 * : * * # ;) 200662005
 > 8 9 # , =" (<
 /) @_? 8 150 %50 (•
 /) @_? 8 150 & 8 + %50 A •
 /) 05 %39 A 2 •
 /) 05 %33 A 2 BC •
 & /2 D 03 * ; #\$ & , =" ,
 > 7 &
 * G! (F * 1000 E * * •
 /H35.26E
 / " 6 58.17 (F * 2 ! •
 / " 6 73.13 (F * * * •
 (74 " 15 F (* 7 =" 41 * * !
 / #\$

الكلمات المفتاحية: الشعير, التخصيب, السماد, المرود

Résumé

La céréaliculture au niveau des régions sahariennes a connu une évolution très importante où des milliers d'hectares ont été emblavés grâce au programme APFA (Accession à la propriété foncière agricole). Mais malheureusement on assiste aujourd'hui à une régression en matière de rendement et de production des céréales.

Le travail conduit au niveau d'un périmètre privé à Hassi BENABDELLAH (Ouargla) durant la campagne agricole (2005- 2006), Cette étude comparative entre les différents types d'engrais potassiques à l'objectif de déterminer le meilleur type d'engrais potassique adapté pour la culture de l'orge en zones sahariennes.

Les engrais potassiques utilisés dans cet essai sont :

- sulfate de potassium 50% à raison de 150 unités K₂O par hectare
- solu potasse 50% à raison de 150 unités K₂O par hectare
- Bay potasse 39% à raison de 5 litres par hectare
- L'agri potasse 33% à raison de 5 litres par hectare

Ce travail est réalisé sur une culture d'orge variété RIHANE 03 sous pivot.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Le meilleur Poids de 1000 grains est obtenu avec l'engrais sulfate de potassium avec 35.26g.
- Le meilleur Rendement en grain est obtenu avec l'engrais sulfate de potassium avec 58.17qx/ha.
- Le meilleur Rendement en paille est obtenu avec l'engrais sulfate de potassium à raison de 73.13qx/ha.

D'après ces résultats on peut dire que l'engrais sulfate de potassium est le mieux adapté pour la culture de l'orge en zones sahariennes et dans les conditions de déroulement de ce travail.

Mots clés : Orge, Fertilisation, engrais, rendement.

Summary

The cultivation of cereals on the level of the Saharan areas knew a very important evolution or thousands of hectares were emblavé thanks to program APFA (Possibility of home-ownership land agricultural).

But badly fortunately one witnesses today a regression output production of cereals. The work carried out to the level of a perimeter deprived in Hassi BENABDELLAH (Ouargla) during the agricultural partner (2005- 2006), with for object of given best the type of potassic manure adopting for the culture of the barley in Saharan zones. The potassic manures used in this these tests are:

Potassium 50% sulphate at a rate of 150 of units per hectare

- solu potassium 50% rightly 150 of units per hectare
- Bay potassium 39% at a rate of 5litres per hectare
- the agri potassium 33% at a rate of 5litres per hectare

This work and carried out on a barley culture variety RAIHANE 03 pennies pivot. And produces the results obtained are the following ones:

- Best Poids of 1000 grains is obtained with manure sulphates potassium with 35.26g.
- Best Rendement in grain is obtained with manure sulphates potassium with 58.17qx/ha.
- Best Rendement in straw is obtained with manure sulphates potassium at a rate of 73.13qx/ha.

Therefore one can say according to these results which manure sulphates of potassium is adopted best for the culture of the barley in Saharan zones.

Key words: Barley, Fertilization, manure, output.

Sommaire

	Page
Introduction	
Partie I : synthèse bibliographique	
Chapitre I : Généralité sur l'orge	
I-1. Caractéristiques botaniques	03
I-1-1. Systématique	03
I-1-2. Morphologique	03
I-1-2-1. La tige	04
I-1-2-2. Les feuilles	04
I-1-2-3. Inflorescence	04
I-1-2-4- le grain	04
I-1-2-5- le système racinaire	04
I-2. Exigences de la culture d'orge	06
I-2-1-.les exigences agronomiques	06
1-.les exigence climatiques	06
a- température.	06
b- Eau	06
C- la lumière	06
I-2-2. Les exigences édaphiques	07
I-2-3. Les exigences en éléments fertilisantes.	07
a- l'azote	07
b- le phosphore	07
c- le potassium	07
I-3. Le cycle de développement de la culture	07
I-3-1. Période végétative	08
a- la germination –levée	08
b- tallage	08
I-3-2. Période reproductrice	08
a- la phase de formation des ébauches d'épillets	08
b- la phase B	08
c- Montaison – gonflement	08

d- Epiaison – fécondation	09
e- grossissement du grain	09
f- Maturation du grain	09
I-4. Les composantes du rendement	09
I-4-1. Le nombre d'épi par m ²	09
I-4-2. Le nombre de grains pas épi	09
I-4-3. Poids de mille grains	09
Chapitre II : le potassium	
II-1. Source du potassium	10
II-2. Les formes de potassium dans le sol	10
a- la forme complexe	10
b- la forme fixe	10
c- la forme échangeable	10
d- la forme soluble	11
II-3. Cycle de potassium dans le sol	11
II-4. Dynamique de potassium	11
II-5. Rôle physiologique du potassium	13
II-6. Interaction azote*potassium	13
II-7. Le potassium et la plante	14
a- Etat de potassium dans la plante	14
b- La nutrition potassique de la plante	14
II-8. Fertilisation potassique	
a- La teneur du sol en potassium	15
b- Exportation de potassium	15
II-9. Bilan d'une fumure potassique	16

Deuxième partie : II Matériels et méthodes

Chapitre I : présentation de la régions d'étude

I-1. Situation géographique	17
I-2. Les données climatiques	19
1- Température	20
2- les précipitations	20

3- Humidité relative de l'air	20
4- Evaporation	20
5- les vents	21
6- insolation	21
I-3. Les données édaphiques	21
I-4. Les données hydrogéologiques	21
1- la nappe phréatique	21
2- la nappe du miopliocène	22
3- la nappe sénonien	22
4- la nappe Albienne	22

Chapitre II : Partie expérimentale

II-1.présentation du site expérimental	23
II-2. Sol de site expérimental	24
II-3-1. Dispositif expérimental	24
II-3-2. Les engrains utilisés	26
II-3-3. Les doses d'engrain utilisé	26
II-3-4. Le matériel végétal	27
II-4.l'eau d'irrigation	29
II-5. Méthodes d'analyse	29

Troisième partie : résultats et décisions

1-résultats et décisions	31
1-1. Effet des différent types d'engrain potassique sur la production de la M.S durant le cycle de développement de l'orge	31
1-1-2. stade gonflement	31
1-1-3. stade maturité	33
1-2. Effet des différent type d'engrains potassiques sur la hauteur de la tige	34
1-3. Effet des différent types d'engrain potassique sur les comportes du rendement	36
1-3-1. contrôle en cours de végétation	36
1-3-1-1. la densité de peuplement	36
1-3-1-2. Nombre d'épi par mètre carré	36
1-3-2. caractéristique de épi	38
1-3-2-1. Nombre d'épillets totaux par épi	38
1-3-2-2. Nombre d'épillets fertiles par épi	39

1-3-2-3. Nombre d'épillets stériles par épi	41
1-3-3.pieds de 1000 grains	42
1-3-4 Effet de différents types d'engrain potassiques sur le rendement en grain et en paille	44
1-3-4-1. Rendement en Grains (qx/ha)	44
1-3-4-1. Rendement en paille (qx/ha)	46
2. Relation entre le rendement et ses composantes.	48
2-1. Relation entre le rendement en gains (qx/ha) et le nombre d'épi par mètre carré	48
2-2. Relation entre le rendement en paille et le nombre d'épi par mètre carré	48
2-3. Relation entre les caractères agronomiques et morphologiques de l'orge.	48
Conclusion	52
Références bibliographiques	54
Annexe	

Liste des tableaux

Tableau	TITRE	Pages
01	Données climatiques de la région de Ouargla (1996-2005)	19
02	Données climatiques de la campagne agricole (2006)	20
03	Caractéristiques physico-chimiques de sol	24
04	Résultats d'analyse d'eau d'irrigation	29
05	Effet des différents types d'engrais potassique sur la production de M-S par g/m ² au stade gonflement	31
06	effet des différents types potassiques sur la production de la matière sèche au stade maturité	33
07	influence des différents types d'engrais potassique sur la hauteur de la tige (cm)	34
08	la densité de peuplement avant le stade tallage, plante /m ²	36
09	influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épis /m ²	36
10	influence potassique sur le nombre total d'épillets par épi	38
11	influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets fertiles par épi	39
12	influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets stériles par épi	41
13	influence des différents types d'engrais potassiques sur le poids de 1000 grains	42
14	influence des différents types d'engrais potassique sur le rendement en grain	45
15	influence des différents types d'engrais potassiques sur le rendement en paille	46

Liste des figures

Figure	TITRE	Page
01	les deux types d'orge à deux et six rangs	05
02	Cycle du potassium (d'après F.N.E)	12
03	Courbe d'absorption de K_2O chez les céréales (GAROLA .1976)	15
04	Cite de la région d'étude	18
05	représentation géographique de la commune de HASSI BEN ABDELLAH	23
06	DISPOSITIF EXPERIMENTAL (Bloc aléatoire)	25
07	RIHANE 03	28
08	influence des différents types d'engrais potassique sur la production de la matière sèche (g/m ²) au stade gonflement	32
09	influence des différents types d'engrais potassique sur la production de la matière sèche (g/m ²) au stade maturité	34
10	influence des différents types d'engrais potassique sur la hauteur de la tige	35
11	influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épi/m ²	38
12	: influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre total d'épillets/épi	39
13	influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets fertiles par épi	40
14	influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets stériles par épi	42
15	influence des différents types d'engrais potassiques sur le poids de 1000 grains	44
16	influence des différents types d'engrais potassiques sur le rendement en grains qx/ha	46
17	influence des différents types d'engrais potassiques sur le rendement en paille qx/ha	47
18	Relation entre rendement en grain qx/ha et PMG	50
19	Relation entre le RDG qx/ha et le nombre d'épillets total par épi	50
20	Relation entre RDP qx/ha et E/M	50
21	Relation entre le RDG q/ha et et MS (g/M ²)	51
22	Relation entre MS g/M ² et l'hauteur de tige cm	51

Liste des abréviations

01	AG	Agri potasse
02	BA	Bay potasse
03	BD/CDARS2004	Banque des données/commissariat de développement agricole de la région saharienne
04	HS	Hautement significatif
05	HT	Hauteur de la tige
06	ITDAS	Institut technologique de développement de l'agriculture saharienne
07	K	Potassium
08	MS	Matière sèche
09	NE/M	Nombre d'épillets par épi
10	NEF/E	Nombre d'épillets fertiles par épi
11	NES/E	Nombre d'épillets stériles par épi
12	NET/E	Nombre d'épillets totaux par épi
13	NS	Non significatif
14	ONM	Office national météorologique
15	PMG	Poids de 1000 grains
16	RDG	Rendement en grains
17	RDP	Rendement en paille
18	S	Significatif
19	SO	Solu potasse
20	SU	Sulfate de potassium
21	THS	Très hautement significatif

Introduction

Introduction

Avec une superficie de 2.381741 Km² et une population estimée à 32 .906.000 d'habitants, l'Algérie se caractérise par une étendue territoriale où les différents reliefs et climats sont présents, par des ressources naturelles et des potentialités énormes en agriculture, hydrocarbures et énergétiques.

L'Algérie est un grand importateur de produits céréaliers et aussi un grand intervenant sur le marché international des céréales avec un niveau de consommation annuel moyen de pas moins de 60 millions de quintaux de céréales (**KEBRI, 2003**).

La démographie galopante, aujourd'hui est plus au moins maîtrisée, et les paramètres climatiques (pluviométrie et sa répartition) ne peuvent à eux seuls expliquer la faiblesse de la production et le niveau de rendement obtenu a la parcelle. La maîtrise des techniques culturales constitue une voie prépondérante pour améliorer les niveaux de production (**CHELOUFI, 1999**).

Selon **AITAMAMRA (1986)** les conditions défavorables qui induit la faiblesse de la production céréalière nationale sont :

- 1-Les conditions du milieu (sécheresse)
- 2-L'utilisation des variétés à rendement limité (pas ou mauvaise sélection)
- 3-Sous utilisation des pesticides et des engrais minéraux.
- 4-Les faibles niveaux de mécanisation.

Afin d'atteindre l'autosuffisance en matière de produits céréaliers, il est indispensable d'augmenter le niveau de productivité. Ce dernier ne peut être réalisé qu'en mettant en oeuvre un certains nombre de facteurs de production notamment un matériel végétal à haute performance, un bon travail du sol, un bon contrôle phytosanitaire, une irrigation contrôlé et une fertilisation raisonnée.

Actuellement, l'agriculture Algérienne s'oriente vers une intensification de la production. Parmi les facteurs d'intensification, les engrais minéraux occupent une place primordiale (**HALILAT, 1993**).

L'avènement de la loi portant accession à la propriété foncier agricole (1983) a permis une emblavure de milliers d'hectares en céréales sous centre de pivot dans les régions sahariennes et essentiellement dans les régions de Ouargla et d'Adrar. Environ deux décennies après, le bilan est à la limite de l'acceptable au vu des gros investissements financiers des pouvoirs publics; les emblavures, les productions et essentiellement la productivité sont en bas (**CHELOUFI et al, 1999**).

La fertilisation doit être raisonnée et permet une bonne alimentation de la plante pour atteindre l'objectif principal de rendement et d'assurer la disponibilité de tous les éléments fertilisants en périodes de forte consommation.

Des rendements plus élevés demandent plus de fertilisation minérale. La recherche du type d'engrais optimale et adapté par un rendement maximum, est l'objectif de notre travail.

Le potassium étant un élément indispensable dans le développement des cultures surtout pour l'amélioration de rendement sur le plan qualitatif.

C'est dans ce cadre que s'insère notre étude sur l'influence de la fertilisation potassique sur le comportement d'une culture d'orge conduit sous système d'irrigation (pivot) dans la région de Ouargla pour déterminer le meilleur type d'engrais potassique pour cette culture dans les conditions sahariennes .

Partie I
synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur l'orge

L'orge (*Hordeum vulgare L*), est une céréale à paille cultivée principalement pour son grain, classée au quatrième rang des céréales pour la production en grain après le blé, le maïs, et le riz (AIT RACHID, 1991) utilisée en alimentation humaine, mais également en alimentation animale par sa paille comme fourrage vert (pâturage ou ensilage) (Anonyme, 1991).

L'orge est la céréale la plus rustique, elle présente une germination rapide et un système racinaire plus important que celui de blé (résistance à la sécheresse). Sa culture prédomine dans les régions arides et semi arides (CLEMENT-GRANDCOURT, 1971).

I.1. Caractéristiques botaniques

I.1.1. Systématique

L'orge appartient à la famille des graminées qui englobe environ 450 genres et 600 espèces (MISSAOUI, 1991) selon la nomenclature de Zutin et al (1980) qui ont suivi la classification établie par Engler Diels en 1936 (MOSSAB, 1991) l'orge cultivée appartient :

Règne :	Végétal
Embranchement :	Spermaphytes
Sous embranchement :	Angiosperme
Classe :	Monocotylédones
Ordre :	Glumales
Famille :	Poacées
Tribu :	Hordée
Genre :	Hordeum
Espèce :	<i>Hordeum vulgare L</i>

I.1.2. Morphologie

L'orge se présente comme une plante herbacée annuelle à multiplication sexuée (BENAITI, 1989) à feuille assez étroite de couleur verte claire (MOSSAB, 1991) elle se distingue facilement des autres céréales par:

- Une ligule développée.
- Des oreillettes glabres et embrassantes anthocyanées
- Un tallage herbacé important, supérieur à celui du blé.
- Un chaume plus gros : mais plus faible, versant plus facilement que celui du blé.
- Un système racinaire fasciculé plus superficiel que celui de blé (**CLEMENT, et PRATS, 1971**).

I.1.2.1. La tige

La tige est un chaume creux, entrecoupée de nœuds (5 à 6) (**SEMON, 1972**) sa hauteur peut atteindre deux mètres.

I.1.2.2. Les feuilles

Les feuilles sont alternes, distiques non légulées à couleur verte claire (**MOSSAB, 1991**).

I.1.2.3. Inflorescence

C'est un épi blanc, barbu, le rachis porte sur chaque article trois épillets uniflores, un médian et deux latéraux, suivant la fertilité de ces épillets permettent de distinguer :

Les orges à deux rangs ayant un épi aplati composé de deux rangés d'épillets fertiles, un épillet fertile sur chaque axe du rachis entouré de deux épillets stériles (**SLIM, 1982**).

L'orge à six rangs dont tous les épillets sont fertiles, on les appelle aussi escurgeons (**SOLTNER, 1988**). (Figure 01)

I.1.2.4. Le grain

Les grains sont de formes différentes, en effet ceux qui sont placés à l'extérieur de chaque coté du rachis sont légèrement dissymétriques alors que la grain central est symétrique, ce caractère permet de reconnaître assez facilement une orge à six rangs d'une orge à deux rangs.

I.1.2.5. Le système racinaire

L'orge a un système racinaire fasciculé dont la racine principale ressemble aux racines secondaires (**BENAITE, 1989**).

On estime que 61% du poids des racines se trouve dans les vingt-cinq premiers centimètres du sol, et les plus longues racines atteignent à peine un mètre vingt de profondeur.

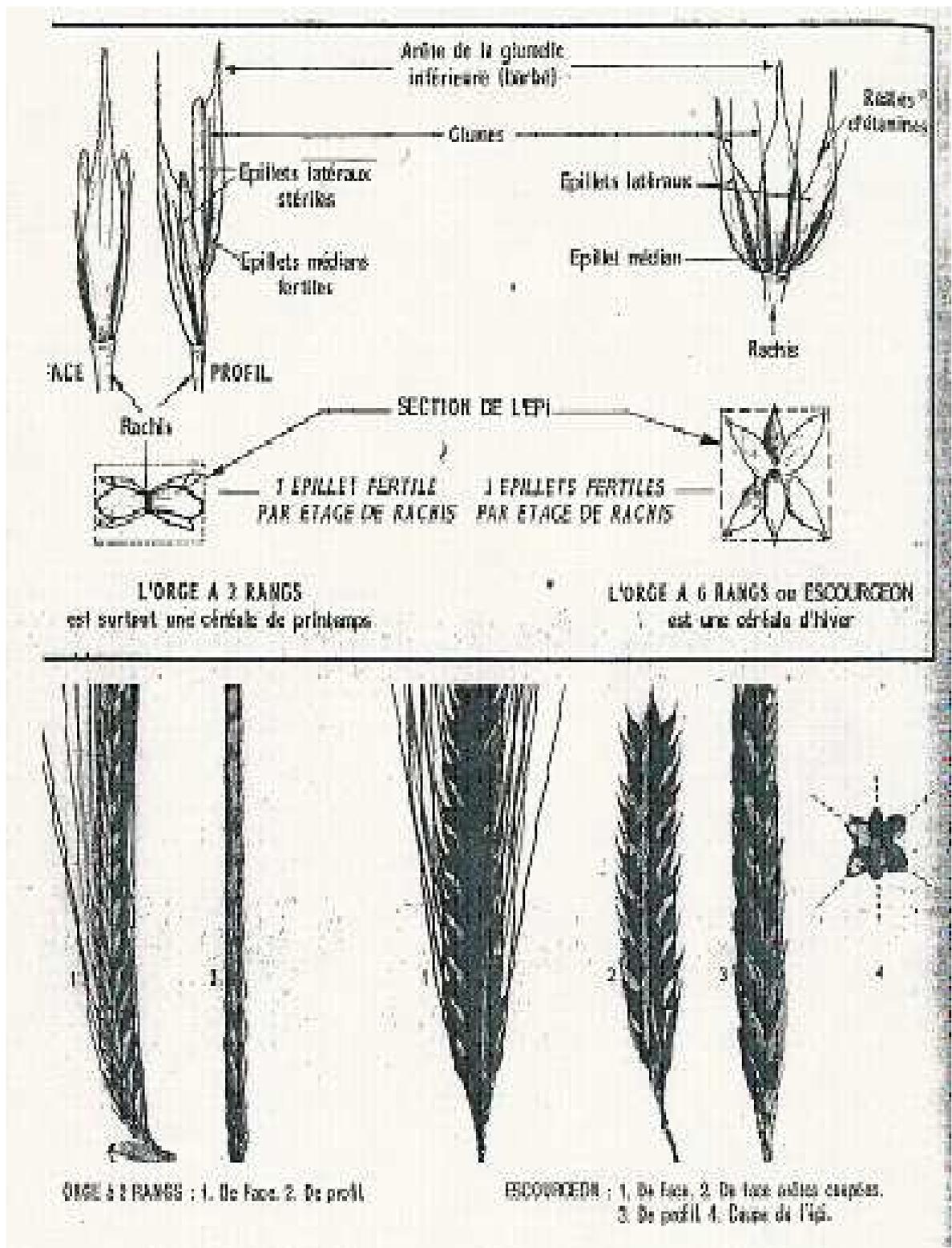


Fig 01 : les deux types d'orge à deux et six rangs (SOLTNER, 1979)

I.2. Exigences de la culture de l'orge

I.2.1. Les exigences agronomiques

La rapidité de croissance de la plante entraîne évidemment la nécessité pour celle-ci de trouver des conditions très favorables du point de vue climatique et alimentaire (**CLEMENT et PRATS, 1971**).

I.2.1.1. Les exigences climatiques

a- Température : le zéro de végétation de l'orge est comme celui du blé tendre voisin de 0°C (**SOLTNER, 1979**). Après un gel hivernal, les dégâts foliaires apparaissent vers -8°C et les plantes meurent vers -12°C. Sans endurcissement pour les variétés les plus sensibles, la somme de températures exigées pour l'ensemble du cycle végétatif est de 1600 à 1700°C pour

L'orge de printemps (110 à 120 Jours), de 1900 à 2000°C pour l'orge d'hiver (250 jours) (**Anonyme, 1987**), les températures moyennes très élevées pendant le tallage jusqu'à la montaison provoqueraient une diminution du pourcentage des talles évoluant en épi (**MASLE, MEYNAED, 1980**).

b- Eau : Les besoins en eau d'une culture d'orge sont compris entre 450 à 500 mm (**Anonyme, 1987**) ils sont surtout élevés dans le début de son développement et qu'elle devient ensuite au contraire relativement peu sensible à la sécheresse, le coefficient de transpiration des orges étant en moyenne de 520 mm c'est-à-dire un peu plus élevé que pour le blé, par contre, la quantité globale d'eau absorbé par un hectare d'orge est plus faible pour le blé. (**CLEMENT-GRANDCOURT, 1971**).

MEKLICHE (1976) montre qu'un apport d'eau lors du stade grossissement du grain allonge la durée du palier hydrique.

C- La lumière : Une certaine durée de jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade B marquant la fin du tallage et le début de montaison quant à l'intensité lumineuse et à l'aération, elles agissent directement sur l'intensité de la photosynthèse, dont dépend à la fois, la résistance des tiges à la verse et le rendement (**SOLTNER, 1979**).

I.2.2. Les exigences édaphiques

L'orge donne évidemment les meilleurs résultats dans les meilleures terres (CLEMENT et PRATS, 1971). Elle s'accommode mal à des sols lourdes (Anonyme, 1970) mais elle tire mieux parti des terres légères, peu profonds, à sous sol calcaires (RENDZINES). Elle tire encore un bon parti des terres minces et caillouteuses pauvres qu'elle dispose d'eau en assez grande quantité au début de son développement (CLEMENT et PRATS, 1971).

I.2.3. Les exigences en éléments fertilisants

a- L'azote : est comme chez le blé un facteur de rendement, mais à moindre degré et les dose employées seront plus modeste (CLEMENT et PRATS, 1971).

L'emploi des fortes dose d'azote doit aller de pair avec des semis clairs et superficiel (110-130 Kg d'azote/ ha) dans des terres propres sous peine d'ailleurs les risques de verse, dans les terres calcaires légères et peu profondes apporte de très fortes fumure azotées sur l'orge de l'ordre de 80 à 100 unités et cette dose est souvent fractionnée (GROS, 1979).

b- Le phosphore : est absorbé surtout au début de la végétation et comme chez le blé, son absorption est liée à celle de l'azote (CLEMENT et PRAIS, 1971). La fumure de fond doit apporter en moyenne 70 à 80 unités d'acide phosphorique (supérieure au sol calcaires). BELAID (1986) note que l'alimentation en cet élément a une grande influence sur la croissance et le développement surtout la croissance et l'implantation du système racinaire.

c- Le potassium : les besoins en K_2O sont relativement peu importants on estime qu'ils sont couverts avec 60 à 80 unité /ha (CLEMENT et PRATS, 1971).

L'absorption du potassium par la plante est relativement liée à l'humidité du sol, le niveau du potassium absorbé par la plante augmenté avec le niveau d'humidité du sol (MENGEL et Al, 1972).

I.3. Le cycle de développement de la culture

Le cycle de développement de l'orge est très voisin de blé, mais beaucoup plus rapide que celui du blé dont le cycle s'étend sur 130 à 150 jours au lieu de 250 à 280 jours pour le blé. Comme les autres céréales. On peut diviser le cycle de développement de l'orge en deux grandes périodes.

Une première période végétative qui s'étend de la germination à l'ébauche de l'épi.

Une deuxième période reproductrice qui comprend la formation et la croissance de l'épi (AIT RACHID, 1991).

I.3.1. Période végétative

Cette période débute par la germination et se termine par le levé au stade tallage.

a- Germination - levée : la graine entre en germination ou vie active sous l'effet d'hydratation et la température (le grain absorbe au moins 30% de son poids en eau). La somme de température est de 125°C pour une profondeur de semis 2 cm, elle est assez critique car la plante n'ayant que des racines très courtes et le moindre dessèchement des horizons superficiels peut entraîner la dessiccation des plantes (BELAID, 1986), la durée de cette phase est de 15 à 20 jours en fonction de température (SOLTNER, 1988).

b- tallage : le tallage commence lorsque la quatrième feuille apparaît sur l'axe principal, il s'agit d'une ramification de la tige principale en talle, le tallage dépend de la variété, de la densité de semis, de la densité des adventices, de la nutrition azotée et de la profondeur de semis où le niveau du plateau de tallage (SOLTNER, 1988).

I.3.2. Période reproductrice

C'est une période où l'orge acquiert une certaine rusticité (MISSAOUI, 1991), elle comprend plusieurs phases.

a- Formation des ébauches d'épillets : le bourgeon terminal du maître brin ou d'une talle montre un apex très court avec apparition de stries claires (entre-nœuds) et stries sombres (nœuds) (GILLET, 1980) ce stade marque la transformation du bourgeon végétatif, lequel jusque là ne forme que des ébauches des feuilles en bourgeon floral, on parle de l'initiation florale (JONARD, 1951).

b- La phase B : ce stade marque la fin de tallage et le début de la montaison (KHALDOUN, 1986) les entrenœuds s'écartent et commencent à s'allonger, c'est le début de la montaison (MISSAOUI, 1991).

c- Montaison- gonflement : l'épi s'élève et continue à se former les talles insuffisamment avancées régressent (GILLET, 1980), ce stade s'achève lors de la

différenciation des stigmates des fleurs et peut être repérable par le gonflement que fait l'épi (KHALDOUN, 1986).

- d- Epiaison - fécondation :** c'est au cours de ce stade que se termine la formation des organes floraux ouvrant la voie à la fécondation, le nombre de fleurs fécondées au cours de ce stade critique dépend de la nutrition azotée et du niveau de l'évapotranspiration.
- e- Grossissement du grain :** on assiste à la croissance de l'ovaire accompagné d'une intense active photosynthèse, la croissance des feuilles et de la tige s'arrête pour que la matière organique synthétisée au niveau des feuilles s'accumule dans les grains qui restent mous et vert (grains laiteux) puis les feuilles commencent à jaunir (MISSAOUI, 1991).
- f- Maturation du grains :** c'est la dernière phase du cycle de développement ; l'amidon est accumulé dans les grains qui perdent leur humidité et passent du stade rayable à l'ongle (20% d'humidité) au stade cassant sous la dent (15% à 16%) ce qui le grain mur pour la récolte (SOLTNER, 1988).

I.4. Les composantes déterminantes du rendement

I.4.1. Le nombre d'épi par m²

Les recherches ont démontré qu'il n'existe pas de proportionnalité entre la densité de peuplement et le nombre d'épis par m² puisque le coefficient de tallage diminue quand la densité de peuplement augmente.

Le nombre d'épis est surtout influencé par la dose et la date de semis, les conductions édapho-climatiques joueront un rôle déterminant sur ce paramètre.

I.4.2. Le nombre de grain par épi

Le nombre de grain par épi est fonction d'épillets par épi et du nombre de grain par épillet, l'augmentation de la densité de semis influence négativement ce facteur.

I.4.3. Poids de mille grains

C'est la dernière composante formée, elle est dépendante du nombre de grains formés. Le poids de mille grains varie essentiellement en fonction des conditions culturales, soit les conditions climatiques (chaleur, humidité) durant la maturation et la conduite de la nutrition azotée jusqu'à la maturation.

CHAPITRE II : Le potassium

II.1. Sources du Potassium

Dans la nature, le potassium se trouve sous diverses combinaisons telle que les silicates, les végétaux. Une partie appréciable du potassium se trouve dans l'eau de mer. Les produits de la mer sont riches en potassium d'où l'utilisation par l'homme des gisements déposés (COTTIGNIES, 1977).

II.2. Les formes du potassium dans le sol

Le potassium dans le sol se trouve sous différentes formes (DUCHAUFOR, 1979).

a- La forme complexe : c'est la forme non échangeable ou la forme de réserve cependant, le potassium forme une maille fixe entre les feuilles de certains minéraux (DUCHAUFOR, 1979). Cette forme représente 90 à 98 % du potassium total du sol (SOLTNER, 1987). La nature d'un sol en potassium résulte de la nature et de l'abondance des minéraux présents dans la roche mère et des pertes en potassium subies au cours de la pédogenèse (QUEMENER, 1979).

b- La forme fixée : cette forme est favorisée par le phénomène de rétrogradation où le potassium échangeable tend à prendre la place des mailles c'est la migration vers les faces intérieures des feuilles des minéraux colloïdaux (DUCHAUFOR, 1979).

Une autre fixation induite en présence de la matière organique du sol ou le potassium se trouve sous forme particulièrement utilisable, dont le potassium sera fixée par les micro-organismes puis restituée sous forme assimilable (SOLTNER, 1987).

c- La forme échangeable : il s'agit des ions K^+ retenus ou absorbés par les surfaces extérieures des particules d'argiles et d'humus à l'aide des échanges électriques négatives (QUEMENER, 1976 in HALILAT, 1988 et ADABI, 1992). Ces ions ne représentent que théoriquement le potassium libéré par lessivage à l'acétate d'ammonium (DUTHIL, 1973). Le potassium échangeable représente 1 à 2% du potassium total du sol et plus de 90% de cette quantité est absorbée par la plante (SOLTNER, 1987). Sa teneur en sol sableux est inférieure à 10 mg/100 g de terre (SCHEFER et al, 1976 in ADJABI, 1992).

L'abondance des ions Ca^{++} dans le sol et l'augmentation du pH favorise la rétrogradation du potassium par contre une hydratation des argiles du sol provoque la défixation des ions potassiques qui passent à l'état échangeable (DUCHAUFOR, 1979) a

l'épuisement de la forme facilement utilisable. Le remplacement se fait par la libération du potassium fixé (SOLTNER, 1987).

Le potassium échangeable n'est pas synonyme de potassium assimilable, son assimilable dépend de beaucoup de facteurs de milieu, notamment de la capacité d'échange cationique le pouvoir, la texture et la structure du sol (BAUENS, 1967 in ADJABI, 1992).

d- La forme soluble : c'est le potassium de la solution du sol. Il ne représente que quelque Kg de K_2O /ha soit 10mg /l de solution et représente moins de 10% de potassium échangeable du sol (SOLTNER, 1987).

Sa concentration est en fonction de la teneur en eau du sol. Le lessivage du potassium est relativement élevé, ce lessivage est faible dans les sols riches en illites et vermiculites car ces minéraux fixent très fortement le potassium (QUEMENER, 1979).

II.3. Cycle du potassium dans le sol

Le cycle du potassium est surtout un cycle minéral et les végétaux interviennent de façon considérable au niveau de l'altération des minéraux. Une autre intervention importante de la biosphère, consiste en un stockage de potassium et en sa libération lors du lessivage des litières et de la décomposition des résidus organiques (figure 02) (Anonyme, 1988).

Le potassium peut être en outre apporté par les eaux pluviales (DUCHAUFOR, 1979).

II.4. Dynamique du potassium

Les principes de la dynamique sont les mêmes qu'ils s'agissent des régions tempérées, tropicales ou autre mais l'importance des facteurs déférents néanmoins (GRIMME, 1986). La dynamique du potassium dans les sols des régions arides et semi-arides correspond qualitativement à celle des sols des régions humides mais qualitativement différentes à cause du faible remonté de l'humidité du sol (SEKHON, 1983).

D'après SCHEFFER et SHAHISCABEL (1967), le lessivage du potassium dépend de la composition du sol.

Dans les sols sableux, le lessivage du potassium est relativement élevé, ce qui nécessite de faire des apports de fumures potassiques supérieurs aux besoins des cultures.

Dans les sols riches en illite et en vermiculite le lessivage est par contre faible car les minéraux fixent très fortement le potassium CONTTIGNES (1977) souligne que la présence de l'humus contribue également à limiter le lessivage mais son influence est beaucoup moins grande que celle de l'argile et le mode de travail de sol.

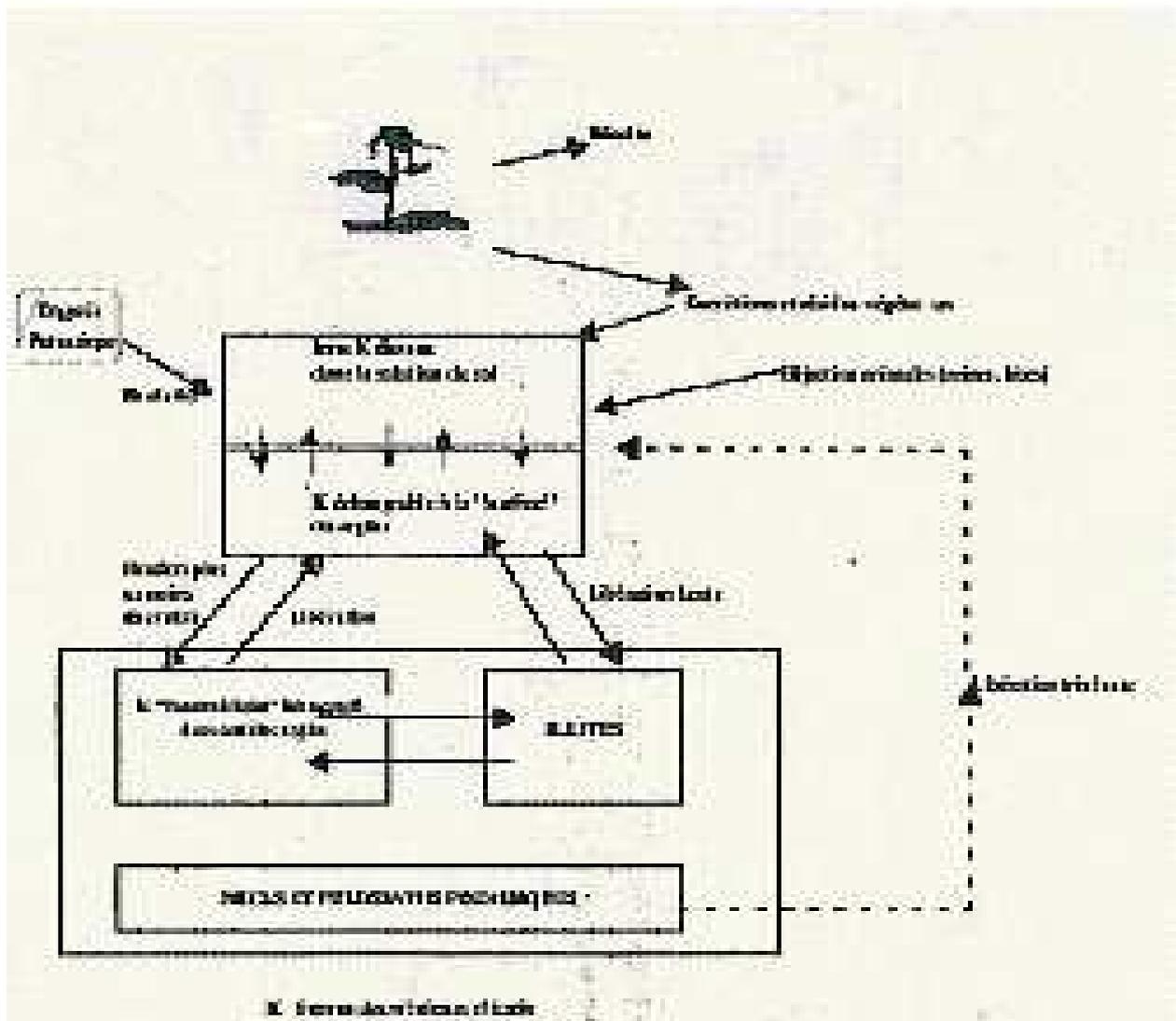


FIG 02 : Cycle du potassium (d'après F.N.E)

II.5. Rôle physiologique du potassium

La potasse (K_2O) dont l'élément de base est le potassium (K) joue dans la nutrition de la plante un rôle important et complexe.

1- Elle favorise la formation des réserves (sucre dans la betterave, le raisin, les fruits ; féculé dans la pomme de terre ; amidon dans le grain de blé) ainsi que leur migration et leur accumulation dans les grains les tubercules, les racines, et les fruits ; elle augmente ainsi le poids des récoltes.

2-Elle améliore la qualité (grains plus remplis et plus denses racines et tubercules plus riches, feuilles de tabac plus souples...)

3-Elle donne une résistance plus grande à la dessiccation précoce.

4-Résistance à la verse : la potasse, en accroissant l'épaisseur des parois cellulaires des sclérenchymes de céréales assure une meilleure résistance à la verse.

5- Elle intervient dans l'absorption et l'utilisation de l'azote pour la fabrication de la matière azotée.

6- Elle accroît la résistance aux maladies cryptogamiques et aux accidents.

7- Elle facilite la conservation des racines et tubercules.

8-Elle permet, avec l'acide phosphorique, de lutter contre la verse des céréales en corrigeant les défauts d'un excès d'azote.

9- Diminue les besoins des plantes en eau

10-Il intervient dans l'équilibre acide basique des cellules.

11- Régulerait l'échange intercellulaire actif de la photosynthèse.

12- Participe dans la formation des protéines et intervient dans les processus d'évolution des composés azotés et favorise leur migration vers les organes de réserves,

13-Permet une meilleure résistance au froid (**COTTIGNIES, 1977**) (**DUTHIL, 1973**).

Le potassium compense le déficit de la lumière. Une double dose de potassium remplace le soleil car le potassium augmente la teneur en chlorophylle et donc stimule l'intensité de l'assimilation (**BAYENS, 1976, in ADJABI, 1992**).

II.6. Interaction azote - potassium

C'est la plus importante des interactions ; son importance dans une région dépend de nombreux facteurs tels que le matériel végétal cultivé, les conductions pédoclimatiques, les techniques culturales et le niveau de fertilisation.

Selon **HAEDER (1980)**, la plante absorbe seulement la quantité de potassium nécessaire à une pleine utilisation de l'azote prélevée. L'influence de l'interaction azote potassium sur les teneurs en potassium des tissus végétaux a été généralement fortement et souvent significative.

L'interaction azote potassium tire son importance du rôle des deux éléments dans la constitution du rendement et de la qualité (**LOUE, 1982**).

Le potassium influence l'efficacité de l'azote par le fait qu'une absorption plus élevée de potassium entraîne un accroissement parallèle de l'absorption.

II.7. Le potassium et la plante

a. Etat du potassium dans la plante

Le potassium se trouve généralement dans les organes végétaux vivants sous la forme minérale et organique. Il peut s'y trouver aussi en combinaisons complexes avec les colloïdes cellulaires, mais ces derniers ne sont pas stables et non permanents. (**HALILAT, 1993**).

b. la nutrition potassique de la plante

L'alimentation potassique des plantes s'effectue généralement au niveau de la solution du sol par les poils absorbants des racines. Aussi par l'absorption directe des ions fixés sur le complexe par contact entre les racines et les particules du sol.

On remarque que le maximum d'absorption se situe, en général, au moment du remplissage du grain. Une forte perte de potassium est constatée à partir des organes aériens au moment de la formation du grain.

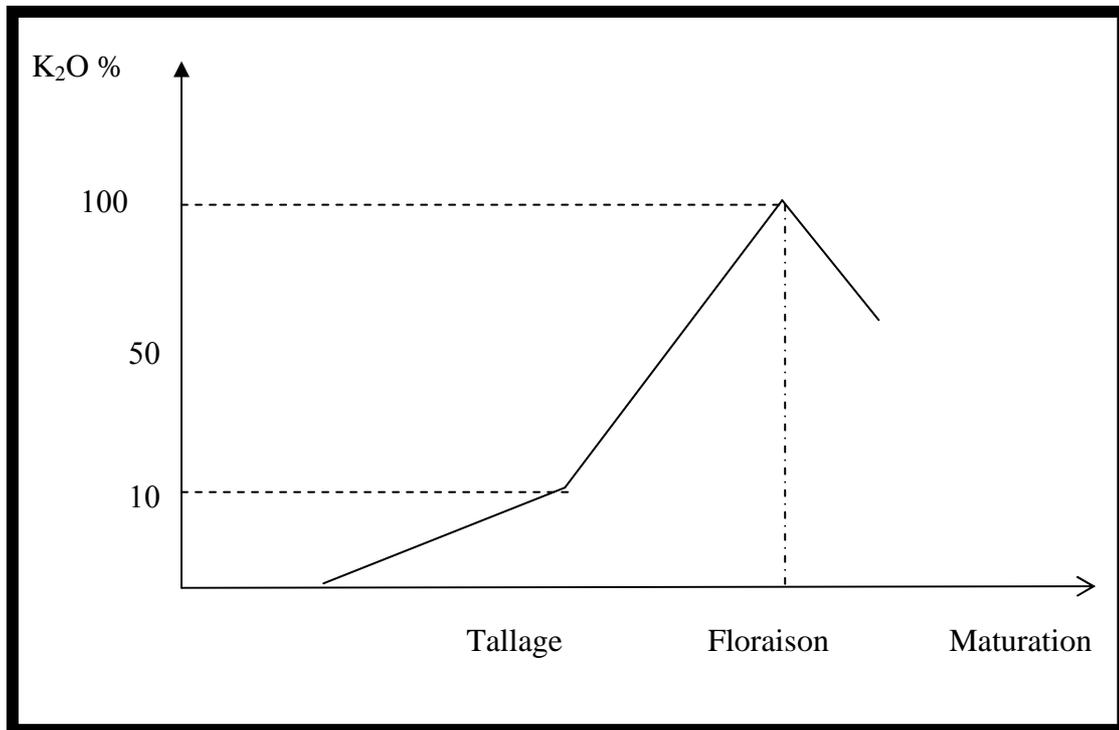


Fig 03 : Courbe d'absorption de K_2O chez les céréales (GAROLA .1976)

II.8. fertilisation potassique

Pour déterminer le niveau de la fumure potassique, il faut tenir compte:

a. La teneur du sol en Potassium

La teneur en potassium échangeable est donnée par l'analyse du sol. Si la terre est suffisamment pourvue, on appliquera une fumure d'entretien afin de maintenir l'équilibre, dans le cas contraire, on utilise une fumure de correction pour augmenter le niveau de réserve

b. Exportation de potassium

Chaque fois qu'on effectue une récolte, on prélève dans le sol une partie de son stock alimentaire (LASNIER, LACHAISE, 1963). Le seul retour au sol de quantités d'éléments minéraux égales aux exportations d'une culture, sous forme de fumure organique et d'engrais minéraux, ne suffit pas à améliorer la fertilité, donc les rendements.

Ainsi, on doit tenir compte des pertes en éléments fertilisants par lessivage, érosion. Par exemple les pertes en zones humides peuvent être les suivantes:

- 0 à 10 Kg/ha de K₂O en terre argileuse;
- 10 à 20 Kg/ha de K₂O en terre limoneuse;
- 20 à 30 Kg/ha de K₂O en terre sableuse.

II.9. Bilan d'une fumure potassique

Le bilan des fertilisants au niveau de l'exploitation agricole est un des grands problèmes de l'agronomie; cette notion est intéressante pour la vulgarisation et elle présente un intérêt particulier pour les fumures potassiques.

Pour la potasse, les exportations augmentent avec les doses appliquées; nettement et régulièrement jusqu'à une certaine limite. Après une teneur dite "seuil critique" l'apport de l'élément n'augmente plus le rendement, mais seulement la teneur (zone de consommation de luxe). C'est une des raisons pour lesquelles les bilans sont souvent négatifs.

En résumé, pour la pratique d'un bilan, il faut connaître l'ensemble des "pertes" regroupant le lessivage et les fixations moins la libération éventuelle.

On calcul la part enrichissement suivant la formule citée au-dessous (ANONYME, 1985).

$$Q_e = M. (T_o - T_a).C$$

Q_e : quantité totale nécessaire à l'enrichissement en Kg/ha de K₂O;

M : poids de terre à enrichir en tonne /ha;

T_o : teneur analytique objective en % . ;

T_a : teneur mesurée à l'analyse en % . ;

C : coefficient de fixation.

Partie II
Matériels et méthodes

MATERIEL ET METHODE

Chapitre I- Présentation de la région d'étude

I-1-Situation géographique

Ouargla, chef lieu de la wilaya, est située au sud-Est de l'Algérie. Elle est localisée au fond d'une large cuvette de la vallée d'Oued M'ya. Ouargla est limitée au nord par la Wilaya de Djelfa et El-oued, au Sud par Tamanrasset, à l'Ouest par Ghardaïa et à l'Est par la frontière Tunisienne et El-Oued.

Les coordonnées géographiques de la ville sont

- Altitude : 164m.
- Latitude : 31° 57° nord.
- Longitude : 5° 194 est.

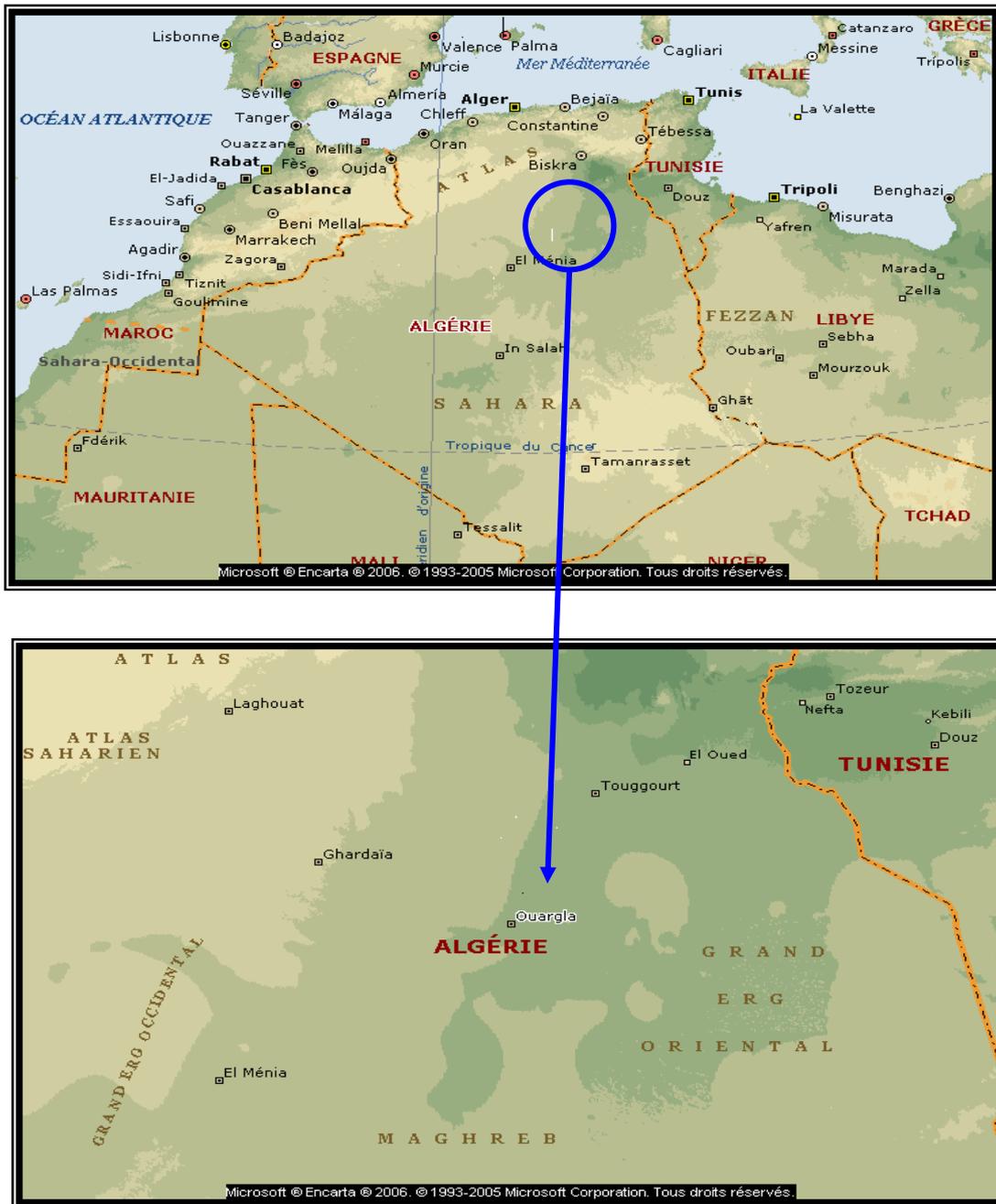


Fig 4 : Cite de la région d'étude

I-2.Les données climatiques

Le climat de la région de Ouargla est un climat saharien contrasté caractérisé par de fortes températures, un déficit hydrique, des vents forts, une humidité de l'air très faible et une période sèche durant toute l'année (Tableau 01).

Tableau 01:Données climatiques de la région de Ouargla (1996-2005)

Mois	T°C	Précipitation (mm)	Humidité (%)	Evaporation (mm)	Vitesse vent(m/s)	Insolation (H)
J	11.36	5.7	60.11	84.22	2.78	241.25
F	13.64	1.8	53.11	122.78	2.77	235.77
M	17.01	5.3	43.00	175.1	3.68	275
A	21.7	2.7	35.66	267.03	4.58	275.55
M	26.7	3.1	29.77	255.9	4.43	174.11
J	32.25	0.6	25.55	385.5	4.58	290.33
JT	34.96	0.8	26.33	385.8	4.12	350.00
A	34.63	2.3	31.88	288.42	3.76	321.75
S	30.05	3.5	41.44	249.74	3.77	249.75
O	32.3	7.8	46.77	197.88	3.13	255.52
N	15.8	6.2	50.17	132.02	2.97	167.73
D	12.43	4.8	63.00	104.83	2.83	183.12
Moyenne Annuelle	23.57	*44.4	42.73	2796.29*	3.61	3256.35*

*Cumule

(O.N.M, 2006)

Tableau 02: Données climatiques de la campagne agricole (2005-2006)

Mois	T moy C°	H(%)	Pré(mm)	Eva(mm)
N	13.07	63.1	12.00	109.00
D	10.20	65.70	7.30	76.00
J	7.42	62.89	04	86.70
F	12.21	57.35	00	116.90
M	18.37	51.25	00	216.80
A	24.25	49.00	0.1	192.10

(I.T.D.A.S ,2006)

I-2-1. Température

La température subit des variations mensuelles importantes .La moyenne annuelle est de l'ordre de 23.57 C°.34.96 C° Pour le mois le plus chaud a savoir Juillet , et 11.36c° pour le mois le plus froid Janvier.

I-2-2. Les précipitations

Les pluies sont rares et irrégulières suivant les saisons et les années .Le mois de Janvier est plus humide. Les données pluviométriques pour la décennie (1996-2006) montrent que la moyenne annuelle est de l'ordre de 3.85 mm/mois avec un cumule de 44.4 mm/ans (O.N.M 2006)

I-2-3. Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est très faible avec une moyenne annuelle de 42.73 % L'humidité relative diminue du mois de Janvier 60.11% Jusqu'à 25.55% au mois de juillet, puis elle augmente pour atteindre une moyenne de 63%au mois de Décembre. (Tableau 01)

I-2-4.Evaporation

La hauteur d'eau évaporée est importante. La moyenne annuelle est de l'ordre de 2796,29 mm/an avec un maximum mensuel au mois de juillet 385.8 mm et un minimum au mois de janvier 84,22 mm.

I-2-5. Les vents

Les vents sont fréquents et soufflent durant toute l'année à des vitesses comprises entre 2.75 et 4.58m/s (**O.N.M Ouargla, 2006**).

D'après **ROUVILLOIS – BRICOL (1975)** les vents les plus violents soufflent à une vitesse supérieure à 20 m/s, selon une direction Nord – Est et Sud – Ouest Provoquant ainsi l'ensablement de certaines palmeraies. Les tempêtes du sable peuvent ainsi souffler jusqu'à 50 jours/an avec force variable pendant les mois de Février, Mai et Avril.

I-2-6. Insolation

La cuvette de Ouargla est caractérisée par une forte insolation. La durée d'insolation moyenne entre 1994 et 2004 est de 3256,35 heures/an avec un maximum de 350 heures au mois de Juillet et un minimum de 103,12 heures au mois de Décembre.

I-3. Les données édaphiques

La région de Ouargla se caractérise par des sols légers à prédominance de sable et à structure particulière. Ils sont caractérisés aussi par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une bonne aération et une forte salinité (**HALILAT, 1993**).

I-4. Les données hydrogéologiques

Les eaux souterraines représentent le principal patrimoine hydrique de la région de Ouargla. Elles sont constituées de 04 nappes différentes. Selon **A.N.R.H (1998)**, ces nappes totalisent un volume d'eau de 8000 000 km³. La profondeur des différentes nappes varie entre 01 et 1200 m ce qui nécessite d'immenses investissements pour leurs exploitations.

I-4-1. La nappe phréatique

Avec une profondeur qui varie entre 1 et 8 mètres selon les zones et les saisons. Parfois elle affleure à la surface. Elle s'écoule du sud vers le nord selon la pente de la vallée de l'Oued M'ya. Cette nappe est la principale source pour la palmeraie bours (non irriguée) mais elle n'est pas exploitée car ses eaux présentent une forte salinité (**ROUVILLOIS – BRIGOL 1975**).

I-4-2. La nappe du miopliocène

Elle appartient à l'aquifère du complexe terminal, elle s'écoule du Sud au Sud-Ouest vers le Nord et du Nord-Est en direction du chott MELGHIG. La température de ses eaux est de l'ordre de 23 à 25c° avec une salinité variant de 1.89 à 4.60 g/l pour une profondeur de 60 à 200 m. Son exploitation est très ancienne et elle est la plus exploitée à Ouargla **(ROUVILLOIS – BRIGOL 1975)**.

I-4-3. Nappe sénonien

Elle fait partie de l'aquifère précédent .L'exploitation de cette nappe est de 20% voir 25%. Ses eaux en surface atteignent une température d'environ 30c° **(ROUVILLOIS – BRIGOL 1975)**.

I-4-4. Nappe Albienne

Cette nappe est contenue dans les argiles sableuses et les grés du continentale intercalaire .Elle est située entre 1100 et 1200 m de profondeur avec un écoulement général du Sud vers le Nord .Les eaux de l'Albienne sont beaucoup plus chaudes avec une température de l'ordre de 56c° et une faible teneur en sels variant entre 1.7 à 2g/l.

II-2-Sol du site expérimental

Pour caractériser le sol de notre essai expérimental, nous avons effectué les analyses de la terre au laboratoire du département des sciences agronomiques de l'université Kasdi Merbah de Ouargla.

Les résultats de ces analyses (Tableau 03) montrent que notre sol est caractérisé par une texture sableuse, un pH légèrement basique en surface et une salinité appréciable, et pauvre en éléments nutritifs.

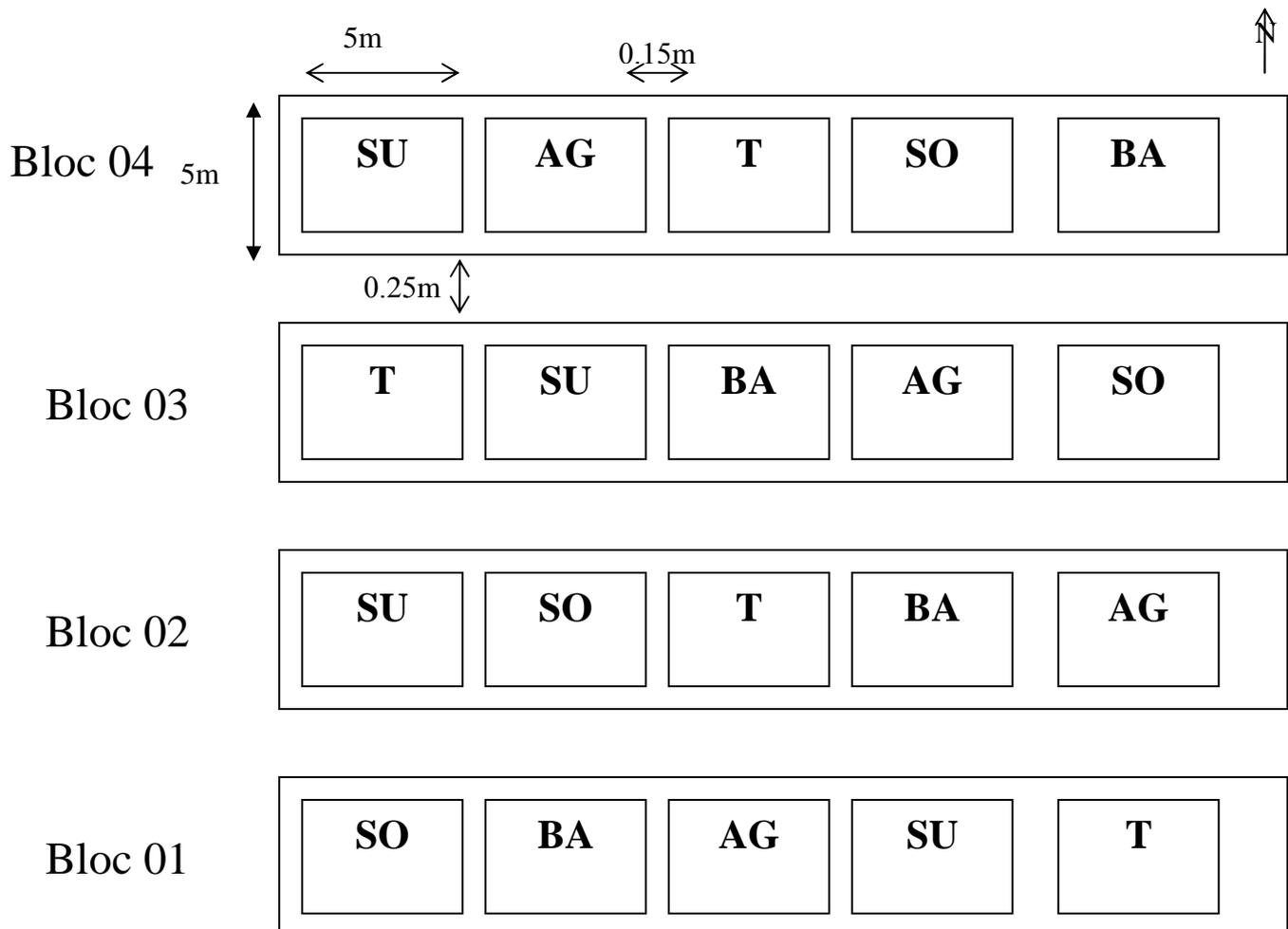
Tableau 03:Caractéristiques physico-chimiques du sol.

Caractéristiques		Profondeur	
		0 → 25 (cm)	25 → 50 (cm)
Granulométrie	Argile + Limon (%)	12.28	11.17
	Sable(%)	87.72	88.83
pH		7.71	7,18
CE (ds/m)		4.06	4.48
Calcaire total (%)		9.34	13.77
Azote total (%)		0.08	0.071
Potassium assimilable (ppm)		43.00	47.00

Le travail du sol a été réalisé à l'aide d'un passage de cover-crop à une profondeur 20 cm. Le semis est réalisé le 08/12/2005 à la volée a dose de 1,5 qx/ha à une profondeur qui varié en 2 à 3 cm, après une préparation du lit de semence avec une herse.

II-3-1-Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en bloc aléatoire complet comportant (05) traitements et quatre (04) répétitions (blocs).L'essai présente au total 20 parcelles élémentaires. Chaque parcelle mesure 05 m de long sur 05 m de large soit une superficie de 25 m².Les blocs sont espacés de 0.25 m et les parcelles élémentaires de 0.15 m (figure 06).



T : Témoin

SO : Solu potasse

SU : Sulfate de potassium

AG : Agri potasse

BA : Bay potasse

Fig 06 : DISPOSITIF EXPERIMENTAL

II-3-2- Les engrais utilisés

Dans cet essai nous avons utilisé quatre types d'engrais potassiques en plus du témoin (sans engrais potassique). Ce qui nous donne au total cinq (05) traitements.

A – Solu potasse : Est un engrais solide (poudre) qui dose 50% de K_2O , simple, très soluble et peut être appliqué sur tout les types de sols. L'épandage essai est faite sous forme liquide après solubilité dans l'eau.

B – Sulfate de potassium: Est un engrais solide qui dose 50% de K_2O . Simple, très soluble et appliqué pour tout les types de sol et des cultures (N.C.C.1997). L'apport de cet engrais est manuel.

C – Agri potasse: sous forme liquide. Il dose 33 % de K_2O . L'épandage se fait avec ajout d'une quantité d'eau.

D – Bay potasse: sous forme liquide aussi, l'apport est faite de la même manière que l'agri potasse. Il dose 39 % de K_2O .

E- L'apport de l'engrais azoté (urée 46%) est commencé au début le stade tallage par ferti-irrigation (210 U N/ha).

F- L'apport de l'engrais phosphaté (tréple superphosphate TSP 46%) est réalisé avant le semis comme engrais de fond (150 U P_2O_5 /ha).

II-3-3- Les doses d'engrais utilisé

- Solu potasse : 150 U K_2O /ha.
- Sulfate de potasse : 150 U K_2O /ha.
- Agri potasse : 05 L/ha.
- Bay potasse : 05 L/ha.
 - ★ Le Sulfate et le solu potasse sont apportés en deux apports de 75 U/ha.
 - le premier apport au stade début tallage (quatre feuilles).
 - le deuxième au stade tallage.
 - ★ Le Bay et l'agri potasse sont apportés en cinq (05) fractions en fonction des stades d'évolution de la culture. Chaque apport dose 1L/ha (stade début tallage, stade tallage, stade fin tallage, stade un nœud, stade deux nœuds).

II-3-4- Le matériel végétal

La variété utilisée est une variété d'orge (Hordeum vulgare L) variété RIHANE 03 d'origine Syrienne (ICAROH) caractérisé (figure 07) par.

- Caractéristiques morphologiques:
 - Epi: effilé à 06 rangs, compact à barbu et longues.
 - Paille: courte.
 - Grain: blanc. Arrondi.
- Caractéristiques culturales:
 - Cycle végétatif précoce.
 - Tallage: fort.
- Caractéristiques technologiques: PMG: élevé
- Productivité: Bonne.
- Zone d'adaptation : plaines intérieures, hauts plateaux, littoral
- Conseil de culture
 - A double exploitation
 - Bonne performance en zone sèche du fait de sa forte reprise de végétation
 - A semer de la mi-novembre à la mi-décembre

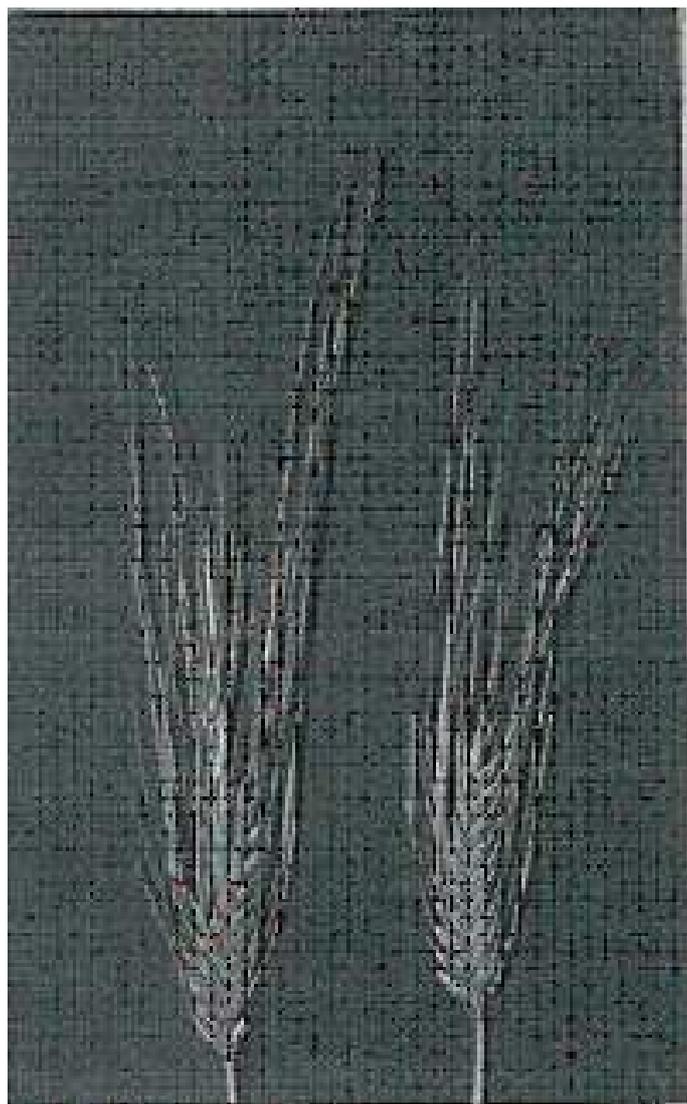


FIG 07 : RIHANE 03.

II-4-L'eau d'irrigation

L'eau d'irrigation est pompée à partir de la nappe miopliocène.

Tableau 04: résultats d'analyse de l'eau d'irrigation

CE à 25 °C mmhos/cm	pH	Eléments en ppm															
		Ca	Mg	Mn	Cu	Fe	K	Zn	Na	Mo	B	P	S	NO ₃	NH ₃	HCO ₃	Cl
6.12	7.5	382	148	0.02	0.06	0.07	40	0.05	734	0.05	0.64	1	360	16.9	0.2	146	1317

(KABOUYA, 1993)

La classification du laboratoire fédéral de riverside en Californie est mondialement utilisée pour évaluer la qualité d'une eau d'irrigation. D'après ce système de classification, notre eau d'irrigation (tableau 04) est classée dans la classe C₄S₄, qui est modérée en sodium. Cette eau devra être utilisée uniquement sur des sols à texture grossière, bien drainés et sans horizons imperméables. La quantité de potassium apportée par l'eau d'irrigation au cours du cycle végétatif est de l'ordre de 60 Kg K₂O/ha.

II-5-Méthodes d'analyse

Durant le cycle végétatif de la culture test, plusieurs interventions étaient nécessaires à différentes phases pour procéder à des mesures biométriques de croissance soit le taux de levée, le taux de tallage et le taux d'épiaison pour apprécier le rendement biologique. D'autres mesures d'ordre morphologique ont été réalisées telles que la hauteur de la tige et la longueur de l'épi.

Des prélèvements de sol sur deux profondeurs (0-25 et 25-50 cm).

II-5-1- La granulométrie

La composition granulométrie du sol a été déterminée par les tamis

II-5-2- Le calcaire total

Il est dosé par la méthode volumétrique utilisant le calcimètre de BERNARD.

II-5-3- Le pH

L'acidité du sol est l'un des facteurs qui influence directement l'absorption des éléments nutritifs. Le pH du sol à été mesuré à l'aide d'un pH mètre sur une suspension avec un rapport sol/eau de 1/2.5.

II-5-4- La conductivité électrique

La conductivité électrique du sol à été déterminer par un conductimètre sur une suspension avec un rapport sol/eau de 1/5.

II-5-5- L'azote total du sol

L'azote du sol à été déterminé par la méthode de KJELDAHL.

II-5-6- Le potassium total du sol

Il a été déterminé par la méthode de JACKSON (1965) par photomètre à flamme.

Partie III
Résultats et discussion

1-Résultats et discussion

La production d'une plante est influencée par un certain nombre de facteurs et de conditions liées au milieu de la plante elle-même que l'agriculteur peut améliorer.

- les facteurs de rendement : représentent tous les éléments qui entrent dans la constitution de la plante (eau, carbone, éléments minéraux et énergie). Plus leur quantité est élevée, plus le rendement augmente (si l'équilibre entre les facteurs est maintenu) (**PREVOST, 1999**).

- Les conditions de rendement : caractérisent les états du milieu (climat, sol et environnement biologique) et de la plante (surface foliaire et enracinement), leur influence sur le rendement n'est pas proportionnelle à leur valeur mais obéit à des lois de seuil (**PREVOST, 1999**).

La fertilisation a un effet positif sur la majorité de la composante du plant. L'analyse des composantes du rendement des céréales est aujourd'hui un outil pour porter un diagnostic sur les systèmes de culture en vue de leur amélioration (**MEYNARD, 1994**).

1-1 Effet des différents types d'engrais potassiques sur la production de M-S durant le cycle de développement de l'orge

La matière sèche est l'un des indicateurs des conditions de capture des éléments nutritifs du milieu (**THEVENET, 1993 in DERAOU, 2004**).

Les résultats de la production de la matière sèche sont estimés à deux stades.

1-1-1 Stade gonflement.

Les résultats de la production de M S au stade gonflement sont présentés dans le tableau 05 et illustrés dans la figure 08.

Tableau 05 : Effet des différents types d'engrais potassiques sur la production de M-S (g/m²).

Traitement	Témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	783,81	959,25	786,37	791,87	917,35
Mesures statistiques	MGT 847,73	F calculé 4.02		Signification N-S	

L'analyse de la variance montre des différences non significatives entre les différents types d'engrais potassiques appliquées sur la production de la matière sèche au stade gonflement. Ce paramètre passe de 783,81g de MS/m² obtenu avec le témoin (sans potasse), à 959,25g de MS/m² obtenu avec le sulfate de potasse (tableau 04). Soit une augmentation de l'ordre de 22,38%. Les autres types d'engrais enregistrent 786,37g de MS/m² obtenu avec l'agri potasse, 791,87 g/MS/m² obtenu avec le bay potasse et 917,87g de MS/m² obtenu avec l'engrais solu potasse.

Donc le type de l'engrais potassique influence sur la production de la matière sèche au stade gonflement chez l'orge.

Fig 08: influence des différents types d'engrais potassiques sur la production de MS (g/m²) au stade gonflement

1-1-2 Stade maturité

Les résultats de la production de la MS au stade maturité sont présentés dans le tableau 06 et illustrés dans la figure 09.

Tableau 06 : effet des différents types d'engrais potassiques sur la production de la MS (g/m²) au stade maturité

Traitement	Témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	771,15 (B)	1062,59 (A)	935,28 (AB)	1105,51 (A)	902,90 (AB)
Mesures statistiques	MGT 955.49	F calculé 3,30		Signification S	

L'analyse de la variance montre des différences significatives entre les différents types d'engrais potassiques appliqués sur la production de la matière sèche au stade maturité. Ce paramètre passe ainsi de 771,15g de MS/m² obtenu avec le témoin (sans engrais potasse), à 1105,51g de MS/m² obtenu avec le solu potasse. L'augmentation est de l'ordre de 43,35%. Le coefficient de variation est de 15,4%.

Le test de NEW MAN-KEULS a fait ressortir trois groupes homogènes,

- le groupe A est formé par le bay potasse et le sulfate de potassium avec respectivement les rendements de 1105,51g et 1062.19 g de MS/m².
- le groupe AB est formé par l'agri potasse et le solu potasse qui enregistrent respectivement les rendements de 935,28 g et 902,90g de MS/m².
- Le groupe B est formé par le témoin qui enregistre 771,15g de MS/m².

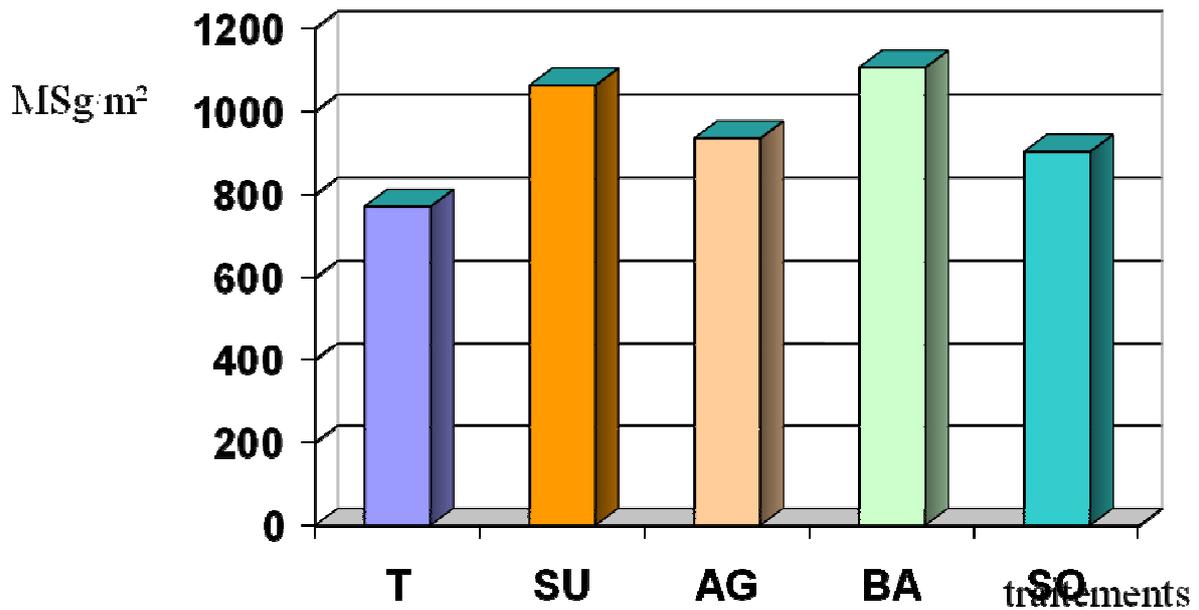


Fig 09: influence des différents types d'engrais potassique sur la production de la MS (g/m^2) au stade maturité

1-2 Effet de différents types d'engrais potassiques sur la hauteur de la tige

Les résultats de la hauteur de la tige sont présentés dans le tableau 07 et illustrés dans la figure 10

Tableau 07 : influence des différents types d'engrais potassique sur la hauteur de la tige (cm)

Traitement	témoin	Sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	63,00	61,50	61,50	66,25	60,50
Mesures statistiques	MGT 62,55	F calculé 2.52		Signification N, S	

La hauteur de la tige chez la culture d'orge n'est pas influencée d'une façon significative avec le type d'engrais potassiques, malgré que cette hauteur enregistre des variations sensibles. Cette dernière passe de 60,5 cm obtenu avec le solu potasse à 66,25cm obtenu avec le bay potasse, soit une augmentation de l'ordre de 9,50%. Les autres types d'engrais ont donnés les valeurs suivantes : 61,5 cm par le sulfate et l'agri potasse, 63,00 cm par le témoin, et ce ci avec un coefficient de variation de 4,5% (tableau 07).

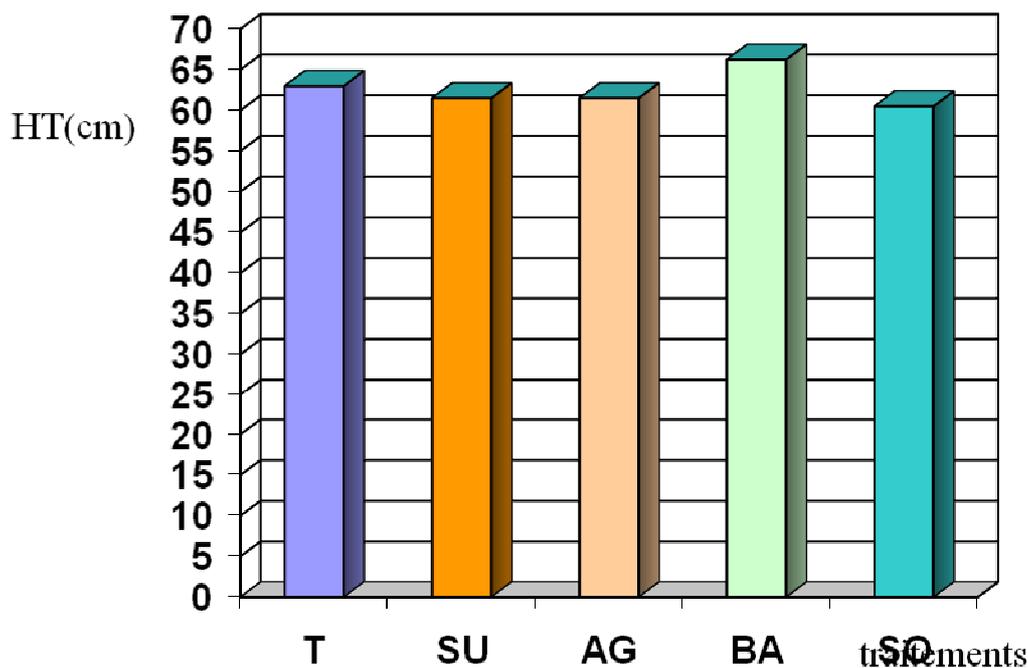


Fig10: influence des différents types d'engrais potassique sur la hauteur de la tige (cm)

1-3 Effet des différents types d'engrais potassiques sur les composantes de rendement.

La ramification progressive de la plante (tallage, ramification de l'épi) consécutive aux processus de développement, se traduit morphologiquement à l'échelle du peuplement par les composantes du rendement à savoir le nombre d'épis par plante, le nombre de grains par épi et le poids d'un grain (MAYNARD,1985).

1-3-1 Contrôle en cours de végétation

1-3-1-1 la densité de peuplement

Les résultats de la densité de peuplement sont présentés dans le tableau 08

Tableau 08: la densité de peuplement (plante /m²).

Bloc	01	02	03	04	Moyenne
Nombre plante/m ²	297,74	298,93	315,74	328,07	305,62

La densité moyenne de l'essai est de 305.62 plante/m² (tableau 08). Rappelons que ce paramètre a été mesuré avant l'apport des engrais potassiques.

1-3-1-2 nombre d'épis par mètre carré.

Les résultats du nombre d'épis par mètre carré sont présentés dans le tableau 09 et illustrés dans la figure 11.

Tableau 09 : influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épis /m²

Traitement	Témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne	239,06	455,81	312,50	393,75	331,25
Traitement	(C)	(A)	(BC)	(AB)	(BC)
Mesures statistiques	MGT 346,47	F calculé 6,73		Signification H, S	

Le nombre d'épis/m² passe de 239.06 épis/m² obtenu avec le témoin (sans potasse) à 455.81 épis/m² enregistré avec le sulfate de potasse . Soit une augmentation de l'ordre de 90.66%. Le coefficient de variation est de 18%.

Les autres types d'engrais ont enregistré 312.50, 331.25 et 393.75 épis/m² obtenu respectivement avec l'agri potasse, le solu potasse et le bay potasse

Les analyses statistiques effectuées sur ce paramètre montrent que les différents types d'engrais potassiques influes d'une façon hautement significatif le nombre d'épis par mètre carré.

Le test de NEWMAN-KEULS a révélé quatre groupes homogènes.

- Groupe A : formé par l'engrais sulfate de potasse avec 455,81 épi/m².
- Groupe AB : formé par l'engrais bay avec 393,75 épi/m².
- Groupe BC : formé par les deux types d'engrais à savoir l'agri potasse avec 312,50 épi/m², et le solu potasse avec 331,25 épi/m².
- Groupe C : formé par le témoin avec 239,06épi/m²

D'après **TAUREAU (1987)** la diminution de nombre d'épis/m².provoque une perte de rendement.

Un apport potassique contribue à un accroissement de rendement (**VIC et BHAGRANDES, 1978 cités par HALILAT, 1993**).

D'après ces résultats on peut conclure que le type d'engrais potassique influence positivement le nombre d'épi par mètre carré (tableau 09).

Fig 11 : influence du type d'engrais potassique sur le nombre d'épis/m²

1-3-2 caractéristiques de l'épi

1-3-2-1 nombre d'épillets totaux par épi

Les résultats du nombre d'épillets totaux par épi sont présentés dans le tableau 10 et illustrés dans la figure 12

Tableau 10 : influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre total d'épillets par épi

Traitement	témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	39,08	42 ,41	40,33	42,08	44,55
Mesures statistiques	MGT 41,69	F calculé 0,72		Signification N, S	

Le nombre d'épillets totaux par épi n'est pas influencé de façon significative, par le type d'engrais potassique. Ce nombre passe de 39,08 épillets par épi obtenu avec le témoin (sans potasse) à 44,55 épillets par épi obtenu avec le solu potasse, soit une augmentation de l'ordre de 11,93%. Le coefficient de variation de est 11,9% (tableau 10).

Les autres types d'engrais à savoir l'agri potasse, le bay potasse et le sulfate de potassium enregistrement respectivement : 40,33, 42,08 et 42,41 E/épi

Fig 12: influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre total d'épillets/épi

1-3-2-2 Nombre d'épillets fertiles par épi

Les résultats du nombre d'épillets fertiles par épi sont présentés dans le tableau 11 et illustrés dans la figure 13.

Tableau 11 : influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets fertiles par épi

Traitement	témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	34.33	36.16	34.33	36.33	37.83
Mesures statistiques	MGT 35,80	F calculé 0.44		Signification N, S	

Le nombre d'épillets fertiles par épi n'est pas influencé de façon significative par les différents types d'engrais potassiques. Ce nombre passe de 34,33 épillets fertiles par épi obtenu avec le témoin à 37,83 EF/E obtenu avec le solu potasse, soit une augmentation de l'ordre de 10,19%. Le coefficient de variation est de 12,5%.

Les autres types d'engrais potassiques ont donné les valeurs suivantes : l'agri potasse 36,16 EF/E, sulfate de potasse 36,16 EF/E, et 36,33 EF/E avec le bay potasse.

La fertilité de l'épi a des contributions plus importantes dans l'obtention d'un bon rendement que le poids de 1000 grains (**GRIGNAC, 1981**).

Remarque : pour l'orge à six rang le nombre d'épillets fertiles par épi est le même que nombre de grain par épi.

Fig 13: influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets fertiles par épi

1-3-2-3 Nombre d'épillets stériles par épi

Les résultats du nombre d'épillets stériles par épi sont présentés dans le tableau 12 et illustrés dans la figure 14

Tableau 12 : influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets stériles par épi

Traitement	témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	1,55	0,65	1,29	1,09	0,95
Mesures statistiques	MGT	F calculé		Signification	
	1,10	1,38		N,S	

Le nombre d'épillets stériles par épi n'est pas influencée de façon significative par les différents types d'engrais potassiques, malgré ce nombre passe de 0,65 épillet stérile par épi obtenu avec le sulfate de potasse à 1,55 ES/E obtenu avec le témoin soit une augmentation de l'ordre de 138,46%.

Les autres types d'engrais potassiques donnent les valeurs suivantes : solu potasse 0,95 ES/E, bay potasse 1,09 ES/E et l'agri potasse 1,29 ES/E (tableau 12).

Fig 14 influence des différents types d'engrais potassiques sur le nombre d'épillets stériles par épi

1-3-3 poids de 1000 grains

Les résultats du poids de 1000 grains sont présentés dans le tableau 13 et illustrés dans la figure 15

Tableau 13: influence du type d'engrais potassique sur le poids de 1000 grains

Traitement	témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	34,67 (C)	35,26 (A)	34,74 (C)	34,85 (C)	35,04 (B)
Mesures statistiques	MGT 34,63	F calculé 11,47		Signification T, H, S	

Le poids de 1000 grains varie de façon très hautement significative en fonction du type d'engrais potassique (tableau 13). Ce poids passe de 34,67g obtenu avec le témoin à 35,26g obtenu avec le sulfate de potasse. Le coefficient de variation de l'essai est de l'ordre de 10,1%.

D'après les analyses statistiques, on peut distinguer trois groupes homogènes.

- Le groupe A est formé par le sulfate de potasse avec un poids de 1000 grain de l'ordre de 35.26 g.
- Le groupe B est formé par solu potasse avec un poids de 1000 grains de l'ordre de 35.04g.
- Le groupe C est formé par les trois types d'engrais à savoir le bay potasse avec un poids de 1000 grains de l'ordre de 34.85g, l'agri potasse avec un poids de 1000 grains de l'ordre de 34.74g et le témoin avec un poids de 1000 grains de l'ordre de 34.67g.

Selon **SOLTNER (1972)**, le poids de 1000 grains dépend à la fois des conditions climatiques (température, humidité) durant la montaison et la continuité de la nutrition minérale jusqu'à la montaison.

Le poids de 1000 grains est un paramètre qui est beaucoup influencé par les conditions de nutrition minérale surtout phospho-potassique (**LOUE, 1984 et BATTEN, 1992**).

COINCY, (1986), DIEHL, (1975) in HALILAT, (1993), jugent que la potasse augmente le poids spécifique de blé.

Le potassium exerce donc un effet favorable sur le poids du grain (**LOUE, 1984**). Ceci est expliqué par l'amélioration de la photosynthèse et l'allongement de la durée de remplissage des grains.

LOUE, (1982,) in HALILAT, (1993), l'influence du potassium sur le remplissage des grains de céréales, toujours hautement significatif.

Fig 15 influence du type d'engrais potassique sur le poids de 1000 grains

1-3-4-1 Effets du type d'engrais potassique sur le rendement en grains et en paille

1-3-4-1 Rendement en grains (qx/ha)

Selon **PREVOST (1999)** la détermination du rendement en grains est obtenue par la relation suivante.

$$\text{Rendement (g/m}^2\text{)} = \text{nombre d'épi/m}^2 \times \text{nombre de grains/épi} \times \text{poids d'un grain}$$

$$\text{Rendement (qx/ha)} = \frac{\text{Rendement (g/m}^2\text{)}}{10}$$

- le nombre de grain par épi est une caractéristique variétale, très influencé par le nombre d'épi/m² (**COUVREUR, 1981**)
- Le potassium exerce un effet favorable sur le nombre de grain par épi et sur le poids d'un grain (**LOUE, 1984**), ce dernier effet résulte d'une amélioration de la photosynthèse et d'un allongement de la durée de remplissage des grains.

D'après **JONARD (1964)**, les variations du nombre de grain /épi sont surtout liées aux conditions d'alimentation minérale.

Selon FORSTER (1976) et LOUE (1984), le nombre de grains /épi est influencé positivement par les apports potassiques.

Les résultats de rendement en grains sont présentés dans le tableau 14 et illustrés dans la figure 16.

Tableau 14: influence des différents types d'engrais potassique sur le rendement en grain (qx/ha)

Traitement	témoin	Sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	28,48 (C)	58,11 (A)	38,34 (B)	56,86 (A)	41,50 (B)
Mesures statistiques	MGT 44,65	F calculé 19,17		Signification T, H, S	

Le rendement en grains varie de façon très hautement significative avec les différents types d'engrais potassiques. Il passe ainsi de 28,48 qx/ha obtenu avec le témoin (sans potasse), à 58,11 qx/ha obtenu avec le sulfate de potasse, soit une augmentation de l'ordre de 104,03%. Le coefficient de variation est de 10,1%.

Le test de NEWMAN-KEULS a révélé trois groupes homogènes :

- Le groupe A est formé par les deux types d'engrais à savoir le sulfate de potassium avec un rendement l'ordre de 58.11 qx/ha et le bay potasse avec un rendement de 56.86 qx/ha.
- Le groupe B est formé aussi par les deux types d'engrais à savoir le solu potasse et l'agri potasse qui enregistrent respectivement les rendements de 40.50 qx/ha et 38,34 qx/ha.
- Le groupe C est formé par le témoin (sans potasse) qui donne un rendement de l'ordre de 28,48 qx/ha

Selon HALILAT, (1993), il existe une synergie entre les éléments nutritifs (K.N). Sachant que l'alimentation minérale des végétaux nécessitent un équilibre entre l'élément nutritif. Ce ci fait appel à l'utilisation des doses croissantes d'azote et de potassium durant le cycle de la plante pour avoué un équilibre

La mise à la disposition de la plante du potassium aisément métabolisable entraîne une meilleure assimilation de l'azote disponible dans le sol, et par conséquent, assure un rendement élevé (AISS et al, 2001).

Le gain de rendement est obtenu d'après HAEDER (1980).à conceptions que l'effet négatif des engrais azotés sur le poids du grain, soit compensé par des apports de potassium.

D'après ces résultats on peut conclure que la fertilisation potassique influence positivement le rendement en grains selon le type d'engrais.

Fig 16 influence des différents types d'engrais potassiques sur le rendement en grains qx/ha

1-3-4-2 Rendement en paille qx/ha

Après la récolte, la récolte de chaque parcelle est disposée dans un sacs à part, la sélection des grains et de la paille est manuellement, on à pesés chaque produit à part à l'aide d'une balance de précision.

Les résultats du rendement en paille sont présentés dans le tableau 15 et illustrés dans la figure17.

Tableau 15: influence des différents types d'engrais potassiques sur le rendement en paille

Traitement	témoin	sulfate de potasse	agri potasse	bay potasse	solu potasse
Moyenne Traitement	53,28 (D)	73,13 (A)	64,91 (BC)	68,63 (AB)	62,53 (C)
Mesures statistiques	MGT 64,50	F calculé 24.03		Signification T, H, S	

Le rendement en paille varie de façon très hautement significative avec les différents types d'engrais potassiques. Ce rendement passe de 53,28qx/ha obtenu avec le témoin (sans potasse) à 73.13 qx/ha obtenu avec le sulfate de potasse, soit une augmentation de l'ordre de 37,64%. Le coefficient de variation est de 4,7%.

Le test de NEWMAN-KEULS a révélé cinq groupes homogènes :

- Groupe A : formé par le sulfate de potassium avec un rendement en paille de l'ordre de 73,13qx/ha
- Groupe AB : formé par le bay potasse avec un rendement de l'ordre de 68,63qx/ha.
- Groupe BC : formé par l'agri potasse par un rendement de l'ordre de 64,91qx/ha.
- Groupe C : formé par le solu potasse avec un rendement de l'ordre de 62,53qx/ha.
- Groupe D : formé par le témoin par un rendement de 53,28 qx/ha.

Selon BOUZERZOUR et al (1996), l'indice de récolte indique le degré de reconversion d'une partie de la biomasse aérienne produite en grains .Une culture qui accumule trop de matière sèche avant l'anthèse sera sujette à la formation complète de ses grains. Les ressources hydriques limitant de plus en plus sa croissance .Ce qui entraîne ainsi la réduction de l'indice de récolte (**MILLER et al ,2004 in DRAOUI ,2004**)

Donc le type d'engrais potassique à une influence positive sur le rendement en paille avec la culture d'orge.

Fig 17 influences des différents types d'engrais potassiques sur le rendement en paille qx/ha

2- Relation entre le rendement et ses composantes

2-1- Relation entre le rendement en grains (qx/ha) et le nombre d'épi par mètre carré

La figure 18 montre que la liaison entre le nombre d'épis par mètre carré et le rendement en grains récoltés sur la même surface est très forte avec un $R=0,97$ et une équation de régression de l'ordre de $Y=0,15x - 7,07$.

Le rendement en grains obtenu est étroitement corrélé et positivement avec le nombre de grains à l'unité de surface. Ce ci illustre bien l'action de potassium sur les deux composantes essentielles du rendement à savoir le nombre de grain d'une part et le poids de grains d'autre part.

Afin d'arriver à des rendements moyens de 48,70 qx/ha, il semble nécessaire d'assurer plus de 373,32 épi par mètre carré, comme un moyen entre les différents types d'engrais potassiques.

2-2 Relation entre le rendement en paille et le nombre d'épi par mètre carré

La figure 19 montre que la liaison entre le nombre d'épi/m² et le rendement en paille récoltés sur la même surface est très forte (R=0,96) ($Y=0,087x + 34,33$).

Il est à noter que l'augmentation du nombre d'épi/m² s'accompagne avec l'élévation de la production en paille et donc automatiquement d'une augmentation des besoins en eau. La liaison entre ces deux paramètres étudiés fait apparaître l'importance des conditions de croissance dans lesquelles se trouve la plante tout au long du cycle végétatif.

2-3 Relation entre les caractères agronomiques et morphologiques de l'orge

Les variations des composantes du rendement sont chez les céréales à paille, très corrélées à celle de la croissance pendant leur phase de formation (**HASLE, 1980, cité par HEXNARD, 1985**).

La droite de régression (figure 20) illustre l'intensité de la liaison qui existe entre le rendement en grains et la production de matière sèche au stade maturité avec un R=0,96 et une équation de régressions de l'ordre de $Y=10,21 + 499,67$.

Le nombre d'épis/m² et le nombre de grains par épi sont fortement influencés par l'état de l'appareil végétatif et en particulier par son volume (**COUVREUR, 1981**). En absence d'accidents à la méiose et à la floraison ou à la récolte (gel, coulure), une liaison étroite est observée entre le nombre de grains/m² et la biomasse végétative à la floraison ou à la récolte (**SEBILLOTE, 1980 cité par MAYNARD. 1985**).

Nos résultats confirment ceux obtenus par **HALILAT (1993)**. Le rendement biologique est un facteur essentiel pour la formation du rendement en grains. En ajoutant qu'une liaison significative est enregistrée entre le rendement en grains et la matière sèche avec un R=0,96 et une équation de régression de l'ordre de $Y=0,15x - 7,07$.

Une liaison positive est enregistrée aussi entre la hauteur de la tige et la production en matière sèche au stade maturité. Ce qui indique que la hauteur de la tige a contribué dans la formation d'une biomasse importante de l'orge.

En conclusion, on peut dire que le rendement en grains s'élabore tout au long du cycle du développement de l'orge. Des corrélations positives sont constatées entre le rendement en grains et ses composantes d'une part, et les paramètres de croissance d'autre part.

Fig 18: Relation entre RDG qx/ha et NE/M²

Fig 19 Relation entre RDP qx/ha et E/M²

Fig 20 Relation entre RDG qx/ha et MS (g/m²)



Conclusion générale

Les sols du Sahara algérien sont d'une façon générale squelettiques, très peu fertiles dont la fraction organique est très faible. La fertilisation minérale demeure une solution primordiale d'enrichissement de ces sols. Pour un objectif d'arriver à un rendement acceptable quantitativement et qualitativement l'apport des engrais minéraux est indispensable.

A travers ce travail nous avons essayé d'étudier le comportement d'une variété d'orge "RIHANE 03" en réponse à la fertilisation potassique, en conditions de système d'irrigation sous pivot dans la région de Hassi Ben Abdellah (Wilaya de Ouargla), durant la campagne agricole 2005/2006.

L'analyse de rendement et de ces composantes de la culture d'orge admet d'amener les conclusions suivantes :

1. Paramètres de croissance

- En générale, la culture de l'orge a réagi favorablement à un apport potassique par augmentation de la matière sèche au stade maturité de façon significative.

- Les analyses statistiques ne montrent aucune différence significative entre les différents traitements (types d'engrais potassiques) concernant la hauteur de la tige.

2. Composantes de rendement

Durant cet essai, il a été enregistré que l'effet des apports potassiques sur les composantes du rendement est positif (nombre de grains par épi, poids de 1000 grains et nombre d'épis par mètre carré).

Notre expérimentation a confirmé que les deux composantes à savoir le poids de 1000 grains et le nombre de grains par mètre carré sont les plus déterminants du rendement de l'orge.

- Pour le poids de 1000 grains, les analyses statistiques ont montré une différence hautement significative pour les apports potassiques. Le poids le plus élevé 35.25g à été obtenu avec le sulfate de potassium, par contre le témoin à réalisé un poids plus faible de 34.67g.
- Le nombre d'épi par mètre carré le plus élevé est de 455.81 épi/m² obtenu avec le sulfate de potassium, par contre le témoin à réalisé un nombre plus faible de 239.06 épi/m². L'augmentation est de l'ordre de 90%.
- L'ensemble des composantes à savoir le nombre épillets fertiles et stériles par épi et le nombre total d'épillets par épi, ne sont pas influencé par les apports des engrais potassiques, malgré l'évolution de tous ces paramètres par rapport au témoin (sans potasse).
- Le rendement en grains est influencé de façon hautement significative avec la fertilisation potassique. Le rendement maximum obtenu durant cet essai est de 58.11 qx/ha, avec l'engrais sulfate de potassium, et le rendement le plus faible avec le témoin est de 28.48 qx/ha. L'augmentation est de l'ordre de 104%.
- Le rendement en paille est influencé de façon hautement significative avec la fertilisation potassique. Le rendement en paille le plus élevé est de 73.13qx/ha obtenu avec l'engrais sulfate de potassium. Par contre le témoin à réalisé un rendement plus faible de 53.28 qx/ha. L'augmentation est de l'ordre de 73%.

En générale, la culture de l'orge a réagi favorablement aux apports des engrais potassiques par l'augmentation du rendement.



REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1-ADJABI K ; 1992** : Contribution à l'étude de l'impact de la fertilisation azotée potassique sur l'absorption d'éléments N et K par une culture de blé dur et mouvement de l'azote minéral dans un sol sableux en zone aride (région Ouargla) .Mémoire. Ing (INFS/AS) Ouargla. 76 p.
- 2-AISSA A.D. et MHIRI A ; 2001** : Fertilisation phospho-potassique du blé dur en culture intensive en Tunisie. 5p.
- 3-AIT AMMARA H et BESSAOUI S ; 1986** : Modèle technique de production et crise de la céréaliculture en Algérie. Option méditerranéenne. Pp 85-91
- 4-AIT RACHID L ; 1991** : Essai comparatif de quelque lignées F6 d'orge (Hordeum vulgare). Mémoire. Ing. Agr-I.N.A. El Harrach (Alger). 138 p.
- 5-ANONYME ; 1970** : Les cultures d'orge en France SECOBRAH France. Pp 4-6.
- 6-ANONYME ; 1987** : Programme de formation, séminaire N°2. Contrat N°270 U.A.C West vn agri - Management international S.A.
- 7-ANONYME ; 1988** : Les fertilisations. Fédération nationale l'industrie des engrais 6ème édition paris. Pp 33- 44.
- 8-ANONYME ; 1981** : La rousse agricole. Ed. La rousse .Paris .1184 p.
- 9-BAEXENS G ; 1967** : Nutrition des plants de culture Ed EENAUW ELAERTS.675 p.
- 10-BATTEN D; 1992**: A review of phosphorus efficiency in wheat. Plan and soil. 146. Pp 163-168
- 11-BELAID D ; 1986** : Aspects de la céréaliculture algérienne O.P.U Alger. 75 P.
- 12-BENAITES ; 1989** : Essais de compartiment de cinq variété de vexe (Vicia sativa L) 5CS.3CS chelif. Tidjedrett à l'irrigue, dans la station expérimentale d'Ain Bennaoui (W.BISKRA).Mémoire. Ing. Agro. Saha. I.T.A.S. Ouargla. 45 p.
- 13-BENHAMMOUDA M ; 2000** : Production du blé dur en fonction de le variété et du régime hydrique en Tunisie .Cahier d'étude et de recherche francophones/agriculture Vol.8 Numéro 8 : novembre- Décembre 611-4. Notes de recherche. 4 p.
- 14- BOUZERZOUR H .DELKOUNE A ; 1996** : Contribution de la biomasse. L'indice de récolte et la précocité au rendement de l'orge (Hordeum vulgare L) on zone semi-aride annales agronomique de l'I. N. A vol 17.N°2. Pp 1-17.
- 15- CHELOUFI ; BOUAMMAR B ; IDDER M.E ; MESSAITFA A ; EDDOUD A et ATTALAH S ; 1999** : Etude des problèmes de la mise en valeur agricole dans les régions Sahariennes pour une proposition de models d'exploitation agricoles ,1^{er} séminaire national sur les zones aride et semi-aride Djelfa. Algérie. 16-17 mai. 7 p.

- 16- CLEMENT G et PRATS J ; 1971** : Les céréales C.D.T d'enregistrement agricole. Pp 9-239.
- 17- COINCY ; 1986** : Etude de la fumer N.P.K cultivar. Pp 250-21 p.
- 18- COTIGNIES X ; 1977**: Potasse et agriculture. Société commerciale des potasses et de l'azote Mulhouse. 112 p.
- 19-COUVREUR F ; 1981** : La culture de blé se raisonne. Cultivar.Juin. Pp 39-41.
- 20-DRAOUI N ; 2004** : Effet de la fertilisation phosphatée sur le comportement d'une variété de blé tendre (*Triticum aestivum*. L var. Anza) conduite en conditions Sahariennes. Mémoire de Magister I.T.A.S. Ouargla. 84 p.
- 21-DUCHAUFOR PH ; 1979** : Pédogenèse et classification .Tome 1.2^{ème} édition. Maison .491 p.
- 22-DUTHIL J ; 1973** : Eléments d'écologie et d'agronomie.T3.ED.J.B.Bailliere. 654 p.
- 23- FOSTER H; 1976**: Gain production of cereals requires height K levels in the plant VIII congers international N.P.K Moscow.Tome 1. Pp 41- 48.
- 24- GATE T ; VIGNIERL L ; VADON B ; MINOVD ; LAFARGA A et ZAIRI M ; 1996** : Céréales en milieu méditerranéen un modèle pour limettier les risques climatiques perspectives agricoles N°27. Pp.59 – 66.
- 25- GILET ; 1980** : les graminées fourragères Description. Fonctionnement application à la culture de l'herbe ED. Gauthier .Villars . Paris. 306 p.
- 26- GRIGNAC P ; 1981** : Rendement et composantes de rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen séminaire scientifique. Paris (Italie). Pp 185-194.
- 27- GROS A ; 1979** : Guide pratique de la fertilisation 7^{ème} Ed maison rustique Paris. Pp128 - 129.
- 28-HAEDER H E; 1980**: Effete of potassium nutrition on sink intensity and duration proceedingo to the 15th colloquium of IPI.Wegeningen. Pp 158-194.
- 29- HALILAT MT ; 1993** : Etude de la fertilisation azotée et potassique sur blé dur (variété Aldura) en zone Saharienne (région de Ouargla). Mémoire de magister I.N.E.S –Batna. 130 p.
- 30- JONARD P ; 1964** : Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé. Ann. – Améliorer. Plantes 14(2) Pp 101-130.
- 31-JONARD P ; 1951** : Les blé tendre (*Triticum vulgare* V : II) cultivés en France.
- 32- KEBRI F ; 2003** : Avec un niveau de consommation de 60 million de qx/an. L'Algérie un grand consommateur. Partenaires. Mensuel de la chambre française de commerce et d'industrie en Algérie N°41 Décembre.23 p.

- 33- KALDOUN A ; 1986** : Contribution à l'étude du comportement de l'orge (Hordeum vulgare L) en double exploitation fourragère / grain. Mémoire DAA. ENSA – Montpebier (France).76 P.
- 34- LOUE A ; 1982** : Le potassium et les céréales dossier K₂O. SCPA N°22. Pp 1-40.
- 35-LOUE A ; 1984** : Le potassium et les céréales, revue de la potasse.9 (4).PP 1-19.
- 36-MASL E-JMEYNARD JH ; 1980** : Lélaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse docteur ingénieur I.N.R. Paris- Grignon. France. 274 P.
- 37- MEKLCHE ; 1983** : Contribution à l'établissement de la fertilisation azotée du blé, d'hiver dans le haut Cheliff. Mémoir. Magister. I. N. A. El Harrah 81p.
- 38- MENGEL K et al; 1972**: the effect of soil moisture upon the availability of potassium and its influence on the growth of young maiz plants. Mémoire. Magister I.N.A El Harrach 176 P.
- 39- MEYNARD JM ; 1985** : Construction d'intinéraire technique pour la conduite de blé d'hiver mémoire Docteur – Ingénieur –sciences agronomiques 13 septembre I.N.A. Paris. Grignon.
- 40- MEYNARD J M. et SEBILLOTE M ; 1994**, l'élaboration du rendement du blé base pour l'étude des cultures céréales à talles Ed I. N.R.A. Paris.
- 41- MISSAOUI Y ; 1991** : Evolution de la salinité en fonction des dosse d'irrigation à l' I.T.D.A.S de Biskra Mémoire Ing –Agro Saha- infsas. Ouargla 79 P.
- 42- MOSSAB M ; 1991** : culture à double fin avec la filière blé OAIC. Pp 213-220.
- 43- PROVOST PH ; 1999** : les bases de l'agriculture 2^{ème} N° ED. Paris France.254 P.
- 44- QUEMENER J 1979** : Analyse du potassium dans les sols dossier K₂O N°12. Pp 1-16
- 45- ROLLAND L ; 1981** : Etude du gemagref : la mécanisation de l'irrigation par aspersion Tome II .n° 481 CEMAGREF Bordeaux .Pp65-126.
- 46- ROUVILLOIS BRIGOL M ; 1975** : Le pays de Ouargla (Sahara Algérienne).Ed .Département de géographie de l'université de paris-sorbone.389p.
- 47- SEBILLOTTE M ; BOIFFINS ; CANEIL J ; MEYNARD J M ; 1978** : Sécheresse et fertilisation du blé d'hiver. Bullbelin As ED. Sol N°3. Pp 197-214.
- 48-SCHEFFR E; SCHATSCABEL P ; 1967**: Les éléments nutritifs dans le sol revue de la potasse. Pp 41-13
- 49- SEKHON G.S; 1983**: Potassium dynamique in the soils of semi-arid and arid areas proceding of the 17th call of the int-Potash INST. Hecd MOROCCO. 157 p.

- 50- SIMON M ; 1972** : Identification et classification des variétés d'orge cultivées en France
Ed. Sel. Versailles. 200 p.
- 51- SLIMH H ; 1982** : Etude compartiment de l'orge (Hordeum vulgare L) en double
exploitation fourragère grain. Mémoire Ing. Agro. I.N.A – Tunisie .124 p.
- 52- SOLTNER D ; 1979** : les grandes production végétales 10^{ème} Ed. 427 p.
- 53-SOLTNER D ; 1988** : Phytotechnie spéciale. Les grandes productions végétales. 16^{ème}
ED. 464 p.
- 54- SOLTNER ; 1988** : les basses de production végétale. Les collections sciences
techniques agricole 16^{ème} Ed .464 p.
- 55- TAUREAUJ C ; 1987** : les besoins en azote perspectif agricole – fertilisation azotée et
soufrée T.T.C.F N° 115. Pp 92-96.



Annexe 01 : Les stades de développement de la culture d'orge

Semis	08/12/2005
Stade une feuille (levée)	16/12/2005
stade deux feuille	28/12/2005
Stade quatre feuilles (début tallage)	08/01/2006
Stade épi un Cm	20/01/2006
Stade tallage	02/02/2006
Stade fin tallage	12/02/2006
Stade un noeud	20/02/2006
Stade deux noeuds	06/03/2006
Stade gonflement	12/03/2006
Stade épiaison	20/03/2006
Stade floraison	29/03/2006
Stade maturité	25/04/2006
récolte	29/04/2006

Annexe 03 : Photos.

Photo 01 : site de l'essai dans le champs

Photo 02 : l'apport des engrais liquides

Photo 03 les analyse dans laboratoire

Photo 04 : stade maturation de l'orge

Photo 05 : la récolte de l'orge

