

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

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques

Spécialité : Agronomie Saharienne

Option: Production Végétale

THEME

**Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée et
potassique sur la culture de la pomme de terre (Solanum
tuberosum L. Var. FLORICE) dans la région de Ouargla**

Présenté par:

M^{elle} : SAIDI Amel

M^{elle} : SOUALMI Safia

Composition du jury:

Président:	Mr. HAMDI AISSA B	M.C. Univ. Ouargla.
Encadreur:	Mr. HALILAT M .T.	Pr. C Univ. Ghardaïa.
Examineur:	Mr. BERKAL I.	M.A. Univ. Ouargla.
Examineur:	Mme. DERAOUI N.	M.A. Univ. Ouargla.
Invité:	Mr GOUSMI D.	Directeur ITDAS Ouargla .

Année universitaire: 2007 /2008

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail nous tenant à remercier tout d'abord le professeur Mr. HALILAT M.T., Directeur du centre universitaire de Ghardaïa, pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils.

Comme nous remercions également :

Mr. M. HAMDI AISSA B, maître de conférences à l'université de Ouargla d'avoir accepté de présider le jury.

Mme DERAOUI N., maître assistante à l'université de Ouargla et Mr. BERKEL I. maître assistant à l'université de Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions infiniment Mr. GOUSMI D. Directeur de la station de l'I.T.D.A.S. de Hassi Ben Abdallah de ses précieux conseils, remarques et corrections.

A tous les personnels du laboratoire du département d'agronomie saharienne :

EL AICHE, Halima, Ouafa et Meriem.

A tous les ingénieurs et les employés de l'I.T.D.A.S. : Ali, Kouider, Mabrouk et Salim.

Nous tenant également à exprimer nos remerciements :

A tous le corps enseignants de l'université de Ouargla, particulièrement aux enseignants de l'institut d'agronomie saharienne

En fin, nous remercions les amis et les étudiants de département pour leur soutien en particulier les amis les plus proches de notre promotion, ainsi à tous ce qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

AMEL et SAFIA

Listes des Tableaux

N°	Titre	Page
1	Les données climatiques de la région de Ouargla (1998-2007)	10
2	Caractéristique physico chimique du sol	13
3	Caractéristiques de l'eau d'irrigation	13
4	Les doses des engrais (N et K) utilisées	32
5	Dose et date d'apport d'azote	33
6	Dose et date d'apport de potassium	33
7	Effet de la fertilisation azotée potassique sur le nombre des tiges par plant	40
8	Effet de la fertilisation azotée potassique sur le nombre des feuilles par plants	42
9	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la longueur des tiges	45
10	Effet de la fertilisation azotée potassique sur le poids spécifique des tubercules	47
11	l'effet de la fertilisation azotée potassique sur le diamètre des tubercules (cm)	48
12	Le rendement total	50
13	Effet de la fertilisation azotée potassique sue la teneur en azote des feuilles (% de la matière sèche) (stade de croissance végétative)	52
14	Effet de la fertilisation azotée potassique sue la teneur en azote des feuilles (% de la matière sèche) (stade de tubérisation)	54
15	Effet de la fertilisation azotée potassique sue la teneur en azote des feuilles (% de la matière sèche) (stade de maturation)	56
17	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote des tubercules (% de la matière sèche)	58
18	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium des feuilles au stade de croissance végétative (% de la matière sèche)	59
19	Effet de la fertilisation azotée potassique sue la teneur en potassium des feuilles au stade de tubérisation (% de la matière sèche)	62
20	Effet de la fertilisation azotée potassique sue la teneur en potassium des feuilles au stade de maturation (% de la matière sèche)	63
21	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium des tubercules (% de la matière sèche)	65
22	Evolution de la teneur en potassium des feuilles	69
23	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol au stade de croissance végétative (ppm)	70
24	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol au stade de tubérisation (ppm)	72
25	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol au stade de maturation (ppm)	74
26	Evolution de la teneur en azote assimilable du sol.	75
27	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium dans le sol au stade de croissance végétative (ppm)	76
28	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium dans le sol au stade de tubérisation (ppm)	78
29	Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium dans le sol au stade de maturation (ppm)	80
30	Evolution de la teneur en potassium du sol.	81

Listes des figures

N°	Titre	Page
1	La carte géographique de la région de Ouargla	7
2	Le diagramme ombrothermique de la région de Ouargla (1998-2007)	10
3	Le cycle de développement de la pomme de terre	18
4	Le cycle de l'azote	24
5	Le cycle de potassium	26
6	Le dispositif expérimental	30
7	influence des différentes doses d'azote sur le nombre des tiges par plante	42
8	Influence de la fertilisation azotée et potassique sur le nombre des feuilles par plante	44
9	Influence de la fertilisation azotée et potassique sur la longueur des tiges (cm)	46
10	Influence de la fertilisation azotée et potassique sur le poids moyen des tubercules (g)	48
11	Influence de la fertilisation azotée et potassique sur le diamètre des tubercules (cm)	50
12	Influence de la fertilisation azotée et potassique sur le rendement total (t/ha)	52
13	Teneur en azote des feuilles (stade de croissance végétative) en % MS	54
14	Teneur en azote des feuilles (stade de tubérisation) en % MS	56
15	Teneur en azote des feuilles (stade de maturation) en % MS	58
16	Teneur en azote des tubercules en % MS	59
17	Evolution de la teneur en azote des feuilles au cours des différents stades de développement % MS	61
18	Teneur en potassium des feuilles au stade de croissance végétative en % MS	63
19	Teneur en potassium des feuilles au stade de tubérisation en % MS	65
20	Teneur en potassium des feuilles au stade de maturation en % MS	66
21	Teneur en potassium des tubercules en % MS	68
22	Evolution de la teneur en potassium des feuilles au cours des différents stades de développement % MS	69
23	Teneur en azote assimilable (ppm) dans le sol au stade de croissance végétative	71
24	Teneur en azote assimilable (ppm) dans le sol au stade de tubérisation	73
25	Teneur en azote assimilable (ppm) dans le sol au stade de maturation	75
26	Evolution de la teneur en azote assimilable dans le sol au cours des différents stades de développement (ppm)	76
27	Teneur en potassium (ppm) dans le sol au stade de croissance végétative	78
28	Teneur en potassium (ppm) dans le sol au stade de tubérisation	80
29	Teneur en potassium (ppm) dans le sol au stade de maturation	82
30	Evolution de la teneur en potassium dans le sol au cours des différents stades de développement (ppm)	83

Listes des photos

N°	Titre	Page
1	La morphologie de la pomme de terre	16
2	La répartition des blocs expérimentaux	29
3	Les plantes de pomme de terre en pleine croissance	103
4	Apparition de maladie de mildiou sur les feuilles	103
5	Dessèchement des plantes de pomme de terre	103
6	La récolte manuelle de production des différentes parcelles expérimentales	104
7	La remplissage de production et mesure le rendement pour chaque parcelle	104

Listes des Abréviations

A.N.R.H	Agence Nationale des Ressource Hydriques .
CEC	Capacité d'échange cationique.
D.F	Degree of freedom.
E	Evaporation.
FAO	Organization Food and Agriculture.
H S	hautement significatif.
I	Insolation.
ITDAS	Institut Technique de Développement d'Agronomie Saharienne.
K	Potassium.
M.A.D.R	Minestaire d'Agriculture et Développement Rural .
N	Azote.
N×K	Interaction azote et potassium.
N S	Non significatif.
OA	Overall average .
O.N.M	Office nationale de météorologie de Ouargla : Rapport sur les données climatiques de la région de Ouargla.
P	Précipitation.
S	Significatif.
S.A.	Square average.
SMD	Significative minimum différence.
S.S.	Square sum.
V	Vent.
VC%	Variation coefficient in percentage.
V.S.	Variation source .

Table des matières

Introduction	2
---------------------------	---

PREMIERE PARTIE: Matériel et Méthodes

Chapitre I: Matériel d'étude

I. Présentation de la région d'étude	6
I.1. Situation géographique	6
I.2. Le climat.....	8
I.2.1. La température.....	8
I.2.2. Les précipitations.....	8
I.2.3. L'humidité.....	9
I.2.4. L'évaporation.....	9
I.2.5. L'insolation.....	9
I.2.6. le vent.....	9
I.3. Le sol.....	11
I.4. Les ressources en eau.....	11
II. Site expérimental.....	12
II.1.Sol du site expérimental.....	12
II.2. L'eau d'irrigation	13
III. Matériel végétal.....	14
III.1. La culture	14
1.A. Taxonomie	14
1.B. La morphologie	14
1.C. Physiologie et cycle de développement de la pomme de terre.....	17
1.D. Exigences de la culture	19
1.D.1. Le climat	19
1.D.2. Le sol.....	20
1.D.3. Exigence en éléments fertilisants	20

Chapitre II: Méthodes d'étude

I. Protocole expérimental.....	28
II. Conditions de déroulement de l'essai.....	31
III. Méthodes de prélèvement	34
IV. Control en cour de végétation	35
V. Les paramètres d'évolution	36
VI. Méthodes d'analyse	36

Deuxième partie : Résultat et discussion

I. Paramètres de croissance.....	40
I.1. Effet de la fertilisation azotée et potassique sur la morphologie de la pomme de terre.....	40
I.1.1. Nombre de tige par plant	40
I.1.2.Nombre de feuille par plant.....	42
I.1.3. La longueur de tige	44
I.2. Effet de la fertilisation azotée et potassique au moment de la tubérisation	46
I.2.1. Poids spécifiques des tubercules.....	46
I.2.2. Le diamètre des tubercules.....	48
I.2.3. Le rendement total.....	50
II. Alimentation azotée et potassique de la pomme de terre.....	52
II.1. La teneur en azote de la plante	52
II.1.1. La teneur en azote de feuille	52

II.1.2. Evolution de la teneur en azote de feuille au cours du cycle	58
II.1.3. teneur en azote des tubercules.....	59
II.2. Teneur en potassium de la plante	61
II.2.1. Teneur en potassium de feuille	61
II.2.2. Teneur en potassium des tubercules	67
II.2.3. Evolution de la teneur en potassium durant le cycle	68
III. Alimentation azotée et potassique du sol	70
III.1. Teneur en azote de sol	70
III.1.1. La teneur en azote de sol aux différents stades de développement ..	70
III.1.2. Evolution en azote assimilable de sol au cours de cycle	75
III.2. Teneur en potassium de sol.....	76
III.2.1. Teneur en potassium de sol aux différents stades de développement	76
III.2.2. Evolution de la teneur de potassium de sol au cours de cycle	82
Conclusion générale.....	85
Références bibliographiques.....	89
Annexes	93

Introduction

Introduction

La situation alimentaire actuelle de l'Algérie nécessite une meilleure prise en charge de l'amélioration de la production agricole notamment celle des cultures stratégiques de large consommation qui sont principalement les céréales et la pomme de terre. La culture de pomme de terre *Solanum tuberosum*, se classe au cinquième rang, après la tomate, le melon, la pastèque et l'oignon (FAO 1996).

En Algérie la pomme de terre occupe une place extrêmement importante 38% de la superficie cultivée en culture maraîchère et 30 % de la production totale avec 21556499T répartie sur 99717 ha, soit un rendement de 216.17qx/ha (M.A.D.R,2006).

Au niveau de la wilaya de Ouargla, bien qu'elle est introduite depuis les années 1970, la pomme de terre reste encore à l'état embryonnaire et cela pour plusieurs raisons parmi les quelles :

-Lors de son introduction aucun essai n'a été fait pour délimiter la date de plantation, ce qui fait que les résultats obtenus ont été catastrophiques.

-Les sols de la région sont très pauvres en matière organique, or la culture de pomme de terre en est très exigeante, ce qui entraîne la faiblesse de rendement (**TIDJANI SADOK, 1988**).

Alors la fertilisation, est un facteur principal de production pour chaque culture, et doit être raisonnée pour permettre une bonne alimentation de la plante et d'assurer la disponibilité de tous les éléments nécessaires à la plante en période de forte consommation.

La culture de la pomme de terre est très exigeante en éléments minéraux notamment (N .P. K). Parmi les quels,

- L'azote joue un rôle majeur dans le développement physiologique et la croissance de la plante. Des perturbations dans la nutrition azotée des plants pendant leur période de croissance pourraient être nuisibles considérablement sur le rendement et la qualité de la pomme de terre (**AHMADI et HOUIDI, 2007**).

-Le potassium est un constituant important de tous les êtres vivants, les cendres des végétaux en renferment une forte proportion, dont la pomme de terre est sensible à la carence en potasse.

En raison de l'importance de ces deux derniers éléments dans le développement de la culture de pomme de terre, l'objet de notre travail consiste à connaître l'influence de la fertilisation azotée potassique en différentes doses sur le comportement d'une culture de pomme de terre dans la région de Ouargla et de déterminer la quantité et la meilleure formule d'interaction (NxK).

Cette étude comporte deux parties:

- La première partie est réservée au matériel et méthodes d'étude.
- La deuxième partie résultats et discussions.

Première Partie

Matériel et Méthodes d'étude

Chapitre I: Matériel d'étude

Chapitre I : Matériel d'étude

I: Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique

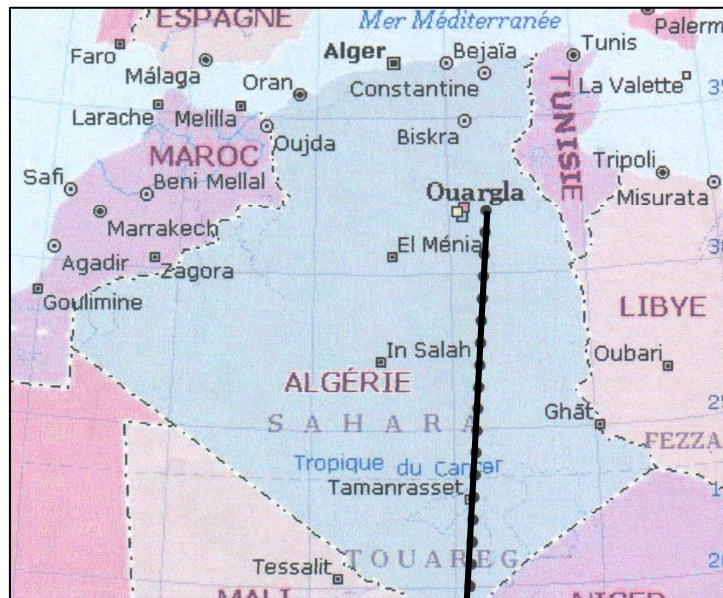
La ville de Ouargla, chef lieu de Wilaya est située au sud-est de l'Algérie (**Figure 01**) au fon d'une cuvette très large de la vallée de l'Oued M' ya (**ROUVILOIS, 1975**).Elle couvre une superficie de 163.230 Km².

Selon la direction de la planification et d'aménagement de territoires de Ouargla (**D.P.A.T, 2006**), la wilaya de Ouargla est limitée:

- *Au nord- est par la wilaya d'El oued
- * Au nord- ouest par la wilaya de Djelfa
- * Au sud par la wilaya de Tamanrasset
- * Au sud -est par les frontières Tunisiennes et la wilaya d' Illizi.
- *A l'ouest par la wilaya de Ghardaïa.

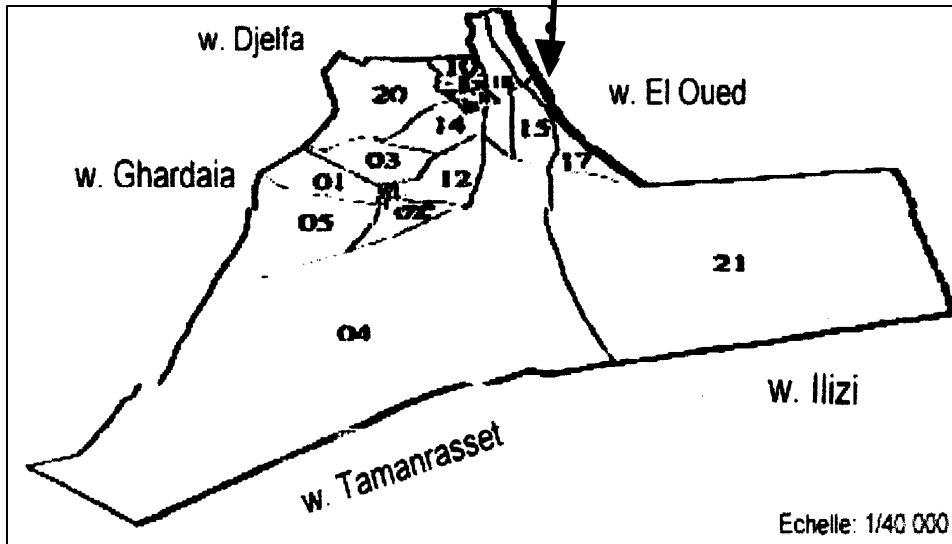
Les coordonnées géographiques de la ville sont les suivantes

- * Altitude 157m
- * Latitude 31° 57 nord
- * Longitude 5°20 est



Carte A

Echelle: 1/50 000



Carte B

Echelle: 1/40 000

Les communes de la région de Ouargla
01- Ouargla
05- Rouissat
03- N'agussa
02- Ain Beida
11- Sidi Khouiled
12- Hassi Ben Abdellah

Carte A: Carte politique de l'Algérie (Ecarte, 2004)

Carte B: Division administrative de la wilaya de Ouargla (D.P.A.T, 2001)

Figure 01. Situation géographique de la région de Ouargla

1.2. Le climat

Le climat est une composante du milieu, il exerce un rôle déterminant dans le développement des végétaux. Ses effets sur la production végétale se manifestent de différentes manières, en conditionnant le choix des cultures et des variétés, en agissant directement sur le processus d'élaboration du rendement ou encore en imposant des contraintes pour la réalisation et l'efficacité des techniques culturales pratiquées (VILLAIN, 1997).

Les paramètres climatiques utilisés pour cette étude proviennent des données recueillies auprès de l'office National de la météorologie (O.N.M) de Ouargla pour la période (1998-2007) (Tableau 1).

La région de Ouargla possède une aridité bien exprimée caractérisée par des précipitations rares et irrégulières et une sécheresse permanente. L'amplitude thermique est importante entre le jour et la nuit et entre l'été et l'hiver. L'ensoleillement est de plus de 3000 heures par an.

1.2.1. La température

La région de Ouargla est caractérisée par des températures très élevées qui peuvent dépasser les 40° C. Les températures moyennes enregistrées sur dix ans pour la période (1998-2007) (tableau 01) permettent de constater que la température moyenne annuelle est de 23,39°C. Le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec des températures maximales de 34,67°C et le mois le plus froid est celui de Janvier avec 11,32°C.

1.2.2. Les précipitations

Les précipitations sont rares et irrégulières dans le temps et dans l'espace. Leurs répartitions sont marquées par une sécheresse presque absolue du mois d'Avril jusqu'au mois d'Août et par un maximum au mois de Novembre (8,73 mm).

Le cumul des précipitations annuelles sur 10 ans (1998-2007) est de 34,79 mm.

1.2. 3. L'humidité

L'humidité relative de l'air est très faible avec une moyenne annuelle de 41,41%. L'humidité relative diminue du mois de Janvier 58,5% jusqu'au mois d'Août 28,1%. Puis elle augmente pour atteindre une moyenne de 61,8% au mois de Décembre (**Tableau 01**).

1.2.4. L'évaporation

La région de Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante, l'intensité étant renforcée par les vents, notamment par ceux qui sont chauds (**TOUTAIN, 1979**).

L'évaporation est un paramètre climatique important à connaître dans la mesure où elle permet d'apprécier les pertes en eau dans l'atmosphère et de déterminer éventuellement les apports d'eau.

Une évaporation importante s'explique par les fortes températures et le pouvoir évaporant de l'air et des vents desséchants.

Elle est de 367,16 mm /an avec un minimum de 10,65 mm au mois de Décembre, le maximum enregistré est de 51,82 mm au mois de Juillet (**Tableau 01**).

1.2.5. L'insolation

La région de Ouargla est caractérisée par une forte insolation. L'insolation correspond à la durée d'éclairement du sol par le soleil, elle conditionne l'activité photosynthétique des plantes dont les besoins augmentent avec les stades de leur développement. La durée d'insolation moyenne annuelle est de 270,14 heures /an avec un maximum de 339,67 heures au mois de Juillet et un minimum de 204,66 heures au mois de Décembre (**Tableau 01**).

1.2.6. Le vent

Les vents sont fréquents durant toute l'année, avec une vitesse moyenne qui varie entre 2,72 et 4,6 m/s.

Les vents soufflent du nord -sud ou nord -est / sud -ouest (vent chaud Sirocco).

La fréquence et la force des vents augmentent de fin Mars et s'atténuent durant l'été, pour revenir aux mois de Septembre -Octobre et parfois même Novembre.

Tableau 01: Les données climatiques de la région de Ouargla (1998-2007)

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jlt	A	O	S	N	D	Moy
Tmoy°C	11,32	13,56	18,19	22,91	27,56	32,75	34,67	33,78	30,88	26,1	16,98	12,03	23,39
P(mm)	4,12	0,71	4,03	1,48	0,55	0,12	0,7	1,84	1,67	7,52	8,73	2,32	34,79*
H(%)	58,5	51,5	41,2	34,6	31,8	25,8	25,1	28,1	36,9	45,1	56,6	61,8	41,41
V(m/s)	2,72	3,36	3,86	4,6	4,85	4,58	4,48	4,13	3,77	3,63	2,8	2,85	3,80
E(mm)	11,12	14,96	23,62	31,71	49,34	47,33	51,82	50,04	35,16	26,73	14,68	10,65	367,16*
I(h)	255,11	236,3	265,9	278,5	274,5	305,5	339,67	321,11	261	259,4	240,11	204,66	270,14

* Cumul annul.

(O.N.M. Ouargla, 2008)

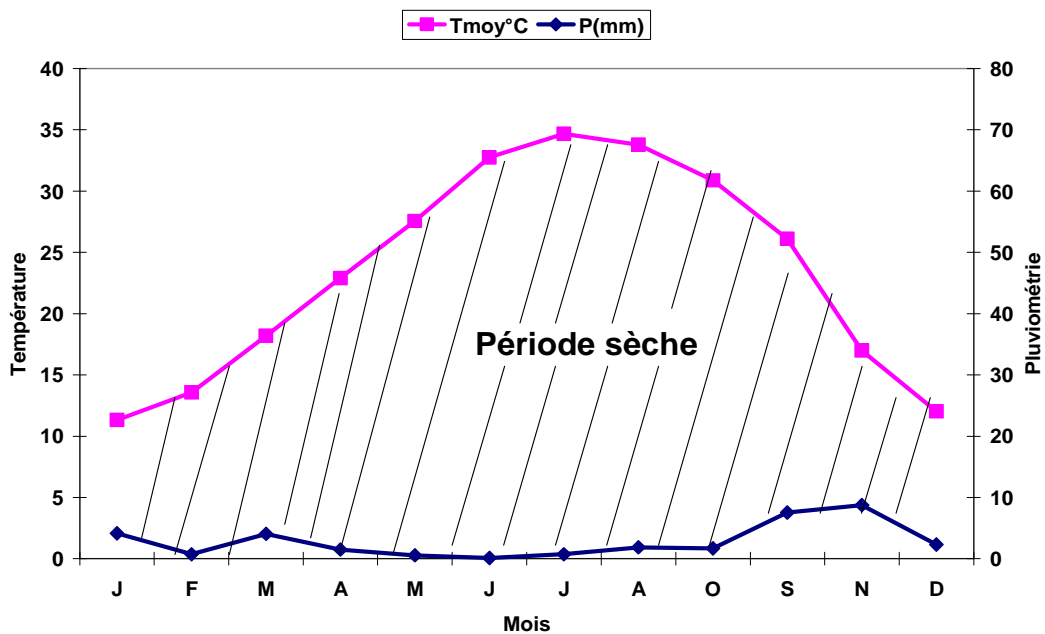


Figure 02. Diagramme ombrothermique de la région de Ouargla (1998-2007)

1.3. Le sol

La région de Ouargla est caractérisée par des sols légers, à prédominance sableuse et à structure particulière. Il est caractérisé également par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une faible activité biologique sans oublier la forte salinité (**HALILAT, 1993**).

La plupart des sols sont salins à cause de la qualité de l'eau et la remontée capillaire des eaux de la nappe phréatique. Cette salinité pose un grand problème pour l'agriculture dans la région, surtout avec l'absence de drainage ou du mauvais fonctionnement due à l'absence d'entretien.

1.4. Les ressources en eau

Quatre ensembles aquifères de plus ou moins de grande importance existent dans les sous sol dans la région de Ouargla.

1.4.1. La nappe phréatique

C'est une nappe qui est contenue dans les sables alluviaux de la vallée. Sa profondeur varie de 1 à 8 mètres selon les lieux et la saison, Elle s'écoule du sud vers le nord. Selon la pente de la vallée, en plus sa température varie entre 15 et 20°C. C'est une source cruciale pour l'irrigation dans les palmeraies bours (**ROUVILOIS, 1975**).

1.4.2. La nappe du Miopliocène

La nappe Miopliocène dite nappe des sables fut à l'origine des palmeraies irriguées, elle s'écoule du Sud- Sud -Ouest vers le Nord- Est en direction de chott Melghir, la salinité de cette nappe varie de 1,8 à 4,6 g/l.(**BOUTMEDJET .2004**) .

1.4.3. La nappe Sénonien

La seconde nappe artésienne du sous sol de la vallée de l'oued M'ya. En dépit de sa faiblesse des rendements en puits. Donc elle est très mal connue. Les eaux des calcaires sénonien ou éocènes arrivent en surface à une température de 30°C environ, la profondeur est varié entre 140m a 200m (**ROUVILOIS, 1975**).

1.4.4. La nappe albienne

Elle se poursuit dans les argiles sableuses et les grès du continental intercalaire dont la base se situe entre 1000 et 1380 m. Les eaux de l'albien sont beaucoup plus chaudes mais arrivent en surface à une température de 55°C par contre présentent une faible salinité environ 2,8 g/l de résidus sec (ROUVILOIS, 1975).

II. Site expérimental (ITDAS)

Nous avons choisi la station de l'Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne (I.T.D.A.S) de Hassi Ben Abdallah à cause de la disponibilité des moyens, matériels, ressources hydriques, un réseau d'irrigation goutte à goutte qui est bien contrôlé et entretenu ainsi l'existence d'une station météorologique sur place et la possibilité d'introduire notre essai dans l'activité de la station.

La station de l'ITDAS est située dans le secteur sud-est de la palmeraie de Hassi Ben Abdallah et à 26 km du chef lieu de la wilaya de Ouargla. Elle se trouve à une altitude de 157 m, une latitude de 32,52 nord et une longitude de 5,26 Est. La station d'étude couvre une superficie de 21 ha et contient une palmeraie moderne.

Elle comprend également 1ha de plasticulture constitué de serres de type 50mx8m.

La technique d'irrigation utilisée est la goutte à goutte. Les cultures protégées pratiquées sont : la tomate, le poivron, le piment, la courgette, le concombre, la laitue, poivron, courge, melon, et l'haricot.

C'est une station de recherche et de développement qui chapeaute 3 wilayas: (Ouargla, Illizi et Ghardaïa). Son rôle est de faire des essais au niveau de la station pour les différentes espèces, de les tester pendant 3 années et puis choisir les variétés les plus performantes du point de vue rendement, précocité et résistance aux maladies pour être vulgarisées en milieu producteur.

11.1. Sol du site expérimental

Pour caractériser le sol du site expérimental nous avons effectué les analyses du sol au laboratoire de département des sciences agronomiques de l'université de Ouargla.

Tableau 02 : Caractéristiques physico- chimique du sol

Caractéristiques		Profondeur	
		0-20 cm	20-40 cm
Granulométrie	Sable fin (%)	45.05	37.36
	Sables grossier %	47.25	46.30
	Argile et limon %	7.70	16.34
p^H		7.23	7.12
C.E à 25 C° (ds /m)		2.07	2.15
Matière organique (%)		0.83	0.62
Calcaire total (%)		4,16	6,46
Azote assimilable (ppm)		17.5	13.54
Potassium assimilable (ppm)		28.4	17.3

Les résultats d'analyses, montrent que notre sol est caractérisé par une texture sableuse, un pH basique, une salinité faible et un faible taux de matière organique (**Tableau02**).

11.2. L'eau d'irrigation

L'eau d'irrigation est provient à partir de la nappe albienne, qui se trouve à une profondeur de 1300 m.

Tableau 03 : L'eau d'irrigation

Minéralisation (ppm)	CE (ds/m)	pH	Eléments en (ppm)									SAR (méq/l)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	
1600	2.58	7.10	96	116	230	27	288	719	183	00	2.0	26.77

(A.N.R.H, 2008)

La classification de laboratoire fédéral de Riverside sert à évaluer la qualité de l'eau, les résultats d'analyse obtenus montrent que l'eau d'irrigation appartient à la classe C₃S₄.

D'après le diagramme de Riverside, l'utilisation de cette eau est très délicate, il faut un sol très perméable, bien drainé et lessivé.

III. Matériel végétal

1. La culture

Pour notre cas nous avons choisi la culture de pomme de terre. Elle semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages Ouest de l'Amérique latine.

La variété de pomme de terre utilisée est "FLORICE", c'est une variété qui est d'origine Française et dont les caractéristiques sont les suivantes :

Catégorie : Consommation.

Maturité : Précoce à demi précoce.

Tubercule: Oblong long, yeux moyennement enfoncés, peau jaune, chair jaune pâle

Germe : Violet bleu, conique, pilosité faible.

Plante : Taille moyenne, port demi dressé à étalé, type intermédiaire .

Tige : Pigmentation nulle ou très faible à faible.

Feuille : Vert moyen, semi brillante à brillante, fermé à semi fermé .

Floraison : Moyennement abondante à abondante.

Fleur : Violet bleu, bouton floral moyennement pigmenter.

Fructification: Rare à moyennement fréquence.

1. A. Taxonomie

La position systématique de la pomme de terre est (**BOUMLIK, 1995**):

Embranchement: Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre : Polémoniales

Famille: Solanacées

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum tuberosum*

1. B. La morphologie

La pomme de terre (*Solanum tuberosum*) appartient à la famille des Solanacées, plantes à fleurs gamopétales, dicotylédones dont plusieurs sont cultivées pour l'alimentation

humaine (**DARPOUX, 1967**), dont l'espèce commune blanche cultivée a pour nom latin *Solanum tuberosum* (**KLEINKOPF, 1983**).

1. B.1. Le système aérien

Le système aérien est annuel.

Les tiges aériennes, au nombre de 2 à 10, parfois plus, et ont un port plus ou moins dressé et une section irrégulière;

Les feuilles composées qu'elles portent permettent, par leurs différences d'aspect et de coloration, de caractériser les variétés.

Les fleurs, dont la couleur et le nombre caractérisent les variétés. Sont généralement autogames, mais souvent stériles.

Les fruits ou baies qu'elles produisent contiennent des graines dont l'intérêt est nul en culture (**SOLTNER, 1979**).

1. B.2. Le système souterrain

Le système souterrain porte des tubercules vivaces.

Les racines, nombreuses et fines, fasciculées et peuvent pénétrer profondément le sol, s'ils sont suffisamment meubles:

Les tiges souterraines ou rhizomes, ou stolons, sont courtes et leurs extrémités se renflent en tubercules.

Ces tubercules sont les organes de conservation qui permettent de classer la pomme de terre parmi les plantes vivaces à multiplication végétative (**SOLTNER, 1979**).

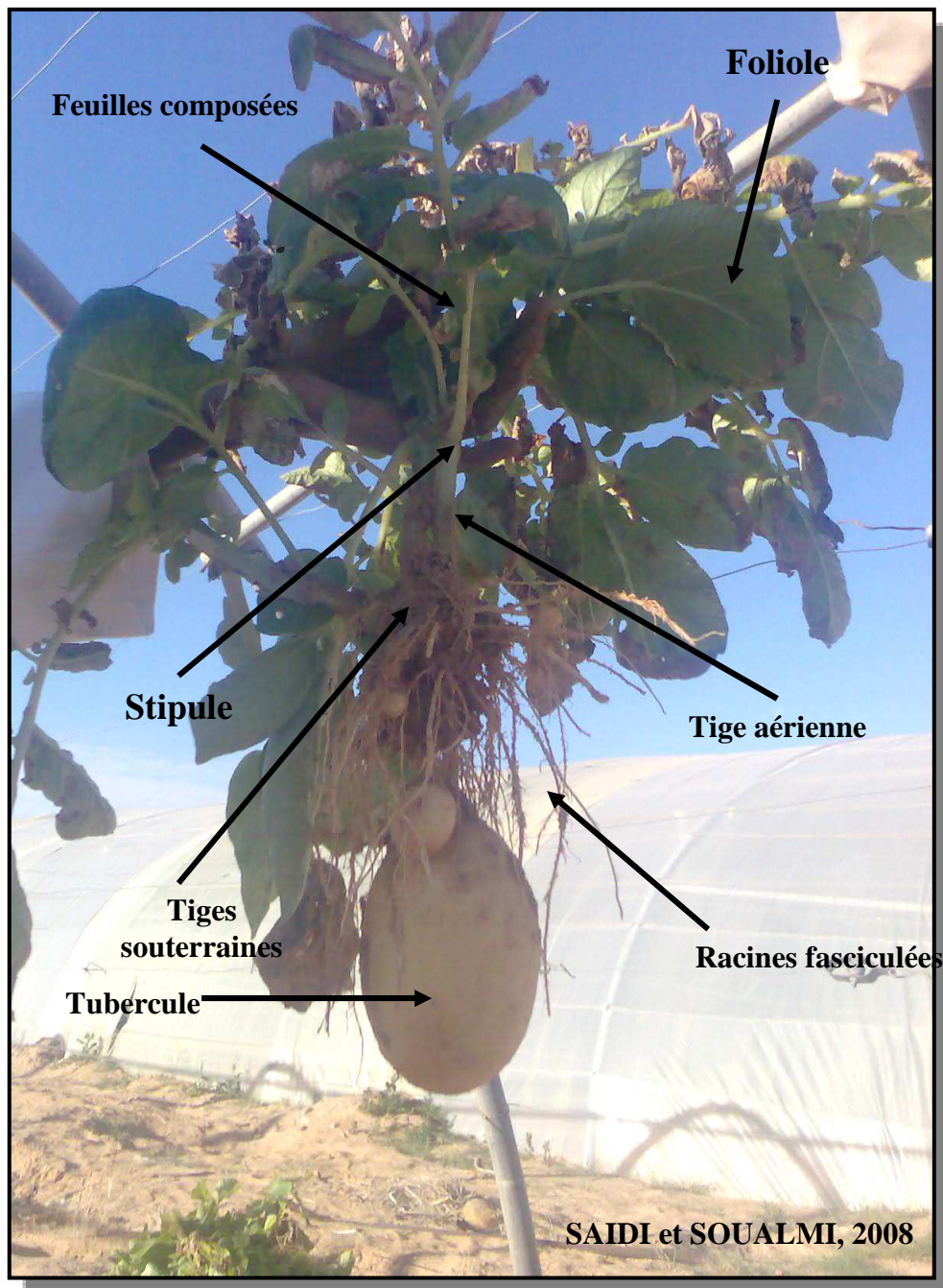


Photo 01. La morphologie de la pomme de terre

1. C. Physiologie et cycle de développement de la pomme de terre

Le cycle de développement de la pomme de terre est annuel et comprend 4 phases:

1. C.1. Le repos végétatif

A la récolte, le tubercule de pomme de terre ne peut germer même si les conditions de croissance sont favorables (température de 18° à 25° C) et hygrométrie 90%. Sa durée constitue un caractère variétal mais peut être abrégé ou maintenu par différents constituants physiques ou chimiques. Sous l'action de hautes températures durant la végétation, il peut être abrégé (MADEC et PERENNEC, 1962).

Peut être rompu à une température de 23°- 24° C ou par substance chimique La rhinite; par contre il est maintenu à température inférieure à 3° C par des substances antigermes ou bien par des radiations gamma à faibles doses.

1. C.2. La germination

A la fin de repos végétatif, le germe rentre en croissance s'il n'y a pas dormance induite par les conditions du milieu (MADEC, 1966).

MADEC et PERENNEC (1962) ont dénommé stade d'incubation, le stade de tubérisation des germes, et période (phase) d'incubation, le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des nouvelles ébauches du tubercule par les germes.

1. C.3. La croissance

A partir des germes produits par le tubercule, se forment des tiges feuillées puis des stolons et des rameaux (BISSATI, 1996).

1. C.4. La tubérisation

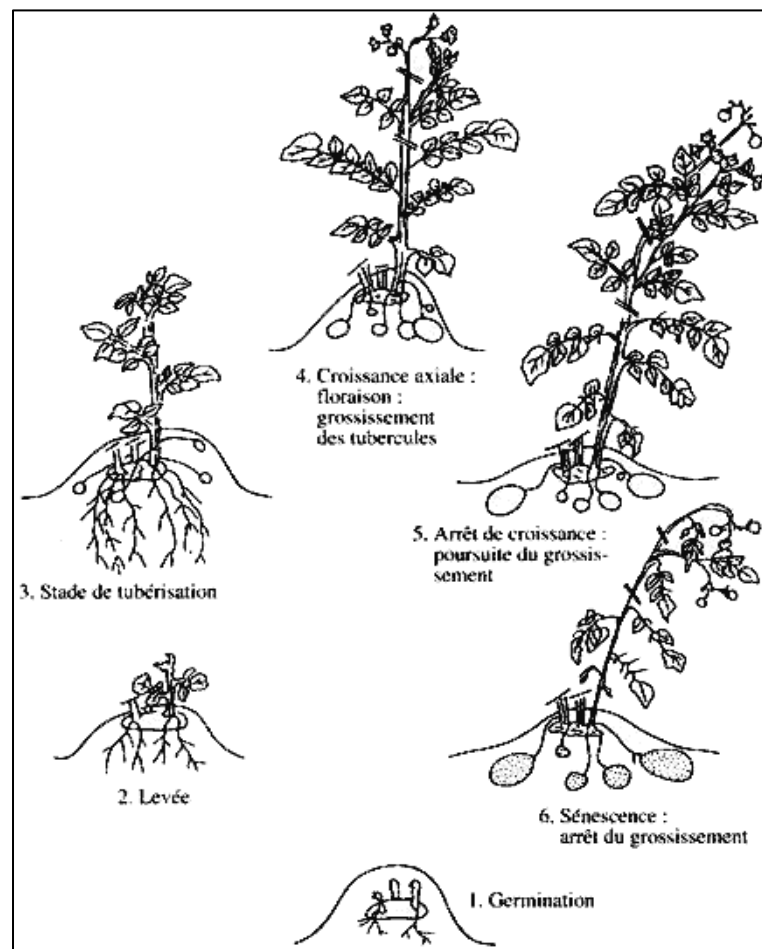
Au bout d'un certain temps, variable selon la variété et le milieu. Les extrémités des stolons cessent de croître et se renflent pour former, en une ou deux semaines, les ébauches des tubercules : c'est la tubérisation. Elle se prolonge. Jusqu'au fanage de la plante, par la phase de grossissement. Aucun indice ne permet de déceler, sur les organes aériens, le moment de cette ébauche des tubercules (SOLTNER, 1979).

La croissance des tubercules est très lente pendant la première phase, s'accélère à partir du 55 et 65emejour et atteint une vitesse plus importante que celle de la partie verte (HAMADI, 1971).

La tubérisation provoquée par une dose de substance de tubérisation synthétisée par ce feuillage, plus une quantité pour entraîner la tubérisation définitive accompagnée de l'arrêt de la croissance végétative. (ABDESSALLAM, 1990).

I.C.5.La maturation des tubercules

Elle se caractérise par la sénescence de la plante, par la chute des feuilles ainsi que l'affaiblissement du système racinaire et les tubercules atteignent leur maximum de développement (PERENNEC et MADEC, 1980).



(Source. Net)

Figure 03. Le cycle de développement de la pomme de terre

1. D. Exigences de la culture

La pomme de terre a des exigences spécifiques, qui sont:

1. D.1. Le climat

1. D.1.1. La température

La pomme de terre est caractérisée par un zéro de végétation compris entre 6 et 8°C. L'optimum de température pour la croissance se situe entre 14 et 17°C et le feuillage est détruit entre 3°C et 4°C.

Les sommes de températures correspondant aux groupes extrêmes de précocité sont de l'ordre de :

.1600°C pour les variétés primeurs (90 jours).

-3000°C pour les variétés tardives (180 jours).

Le tubercule gèle entre 1°C et 2.2°C.

La température de stockage de la récolte devra être inférieure à 6°C (**MOULE, 1972**).

1. D.1.2. La lumière

La pomme de terre est une plante héliophile. Ses besoins en lumière sont importants surtout pendant la phase de croissance. Ce facteur est déterminant pour la photosynthèse et la richesse en fécule des tubercules (**MOULE, 1972**).

1. D.1.3. L'humidité

Dans le cas d'une culture de pomme de terre ; l'humidité est un facteur limitant de la production bien sur taux suffisant pour permettre à la plante de suivre son développement le plus normalement possible, à noter qu'une carence ou un déficit en humidité pourrait avoir des conséquences très graves vis-à-vis des rendements surtout aux stades : croissance et tubérisation. (**ANONYME, 1985**).

1. D.2.Le sol

La pomme de terre est une plante qui s'accommode à toutes les terres, à condition que celles-ci soient suffisamment alimentées en eau. Elle préfère cependant les terres légères, siliceuses ou silico-argileuses, au sous-sol profond (ANONYME, 1981).

1. D.3. Exigences en éléments fertilisants

La pomme de terre est une plante exigeante en éléments nutritifs, tant au point de vue organique que minéral, qui influent tant sur le rendement que sur la qualité de la récolte obtenue. Il est indispensable d'appliquer une fertilisation équilibrée. Les formules types préconisées, à titre indicatif, ne sont destinées qu'à des sols moyens normalement pourvus.

Il ne faut donc pas les considérer comme des recettes, mais comme des bases de travail, permettant à chaque agriculteur de raisonner sa propre fumure en fonction des données agronomiques, économique et pratiques. (ELMAR, ALFRED et WALFGANG, 1988).

1. D.3.1. La nutrition minérale de la pomme de terre

Le développement d'une plante pendant une période plus au moins longue, est soumis à l'influence de l'organe qui est à son origine, spore, graine, tubercule (KOFER, 1958 ; BARTON, 1961 ; INUTNOR, 1970) .

Dans le cas des tubercules de la pomme de terre, les réserves nutritives de la plante sont présentes en quantités importantes; on sait également que jusqu' à l'étalement de 200 à 40cm² de surface foliaire, les réserves du tubercule sont la principale source nutritive (MILK HORPE, 1966).

1. D.3.2. Exigence en éléments minéraux

Ionones aux rendements notamment pour le potassium et le phosphore, par contre une même quantité d'azote peut bien correspondre à 30 ou 40 tonnes/ha. Les exportations en éléments minéraux sont élevées, et sont dominées par le potassium, puis l'azote et le phosphore.

Selon les rendements, elles seront d'après (DARPOUX, 1967) de l'ordre de :

*3,2 a 5 kg d'azote / tonne de tubercules.

*1,6 a 2kg d'acide phosphorique / tonne de tubercules.

*6 a 10 kg de potasse / tonne de tubercules.

*0,4 a 0,8 kg de magnésie/ tonne de tubercules.

*2,0 1 a 4,3 kg de chaux / tonne de tubercules.

*03 kg de soufre / tonne de tubercules.

La pomme de terre . en sol bien pourvus en potasse peut absorber des quantités considérables de potassium réalise ainsi une consommation de luxe vis-à-vis de cet élément qui se traduisant par des exportation très élevées pouvant atteindre les 300 kg/ha. (**DARPOUX, 1967**).

Les exigences de la pomme de terre en éléments minéraux dépendent des facteurs suivants :

*le rendement en tubercules.

*le type de culture.

*le potentiel nutritif du sol;

*les données pédoclimatiques.

1. D.3.3. Le rôle des éléments nutritifs (N, P, K)

a. L'azote

Bien que l'atmosphère contienne environ 80% d'azote, seules quelques espèces de procaryotes. Des bactéries et des cyanobactéries, sont capables d'utiliser directement l'azote gazeux (**HOPKINS, 2003**).

L'azote joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. C'est le constituant numéro un des protéines, composant essentiel de la matière vivante. Il s'agit donc d'un facteur de croissance, mais aussi de qualité. L'azote est un élément essentiel de la photosynthèse qui permet la transformation de la matière minérale en tissu végétal (**Wikipédia, 2007**).

La plupart des plantes puisent l'essentiel de leur azote dans le sol, soit sous la forme de nitrate (N₃) ou d'ammonium (NH₄), mais l'approvisionnement de l'azote si bien que vis-à-vis de l'azote disponible, les plantes entrent en compétition avec toute une série de micro-

organismes. Il en résulte que l'azote est souvent un facteur limitant dans les écosystèmes naturels ou cultivés (**HOPKINS, 2003**).

b. Le phosphore

Le phosphore 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 (**Wikipédia, 2007**).

1/3 du phosphore se trouve sous une forme associée à la matière organique et 2/3 sont associés à la fraction minérale. Une très petite fraction correspond à des ions adsorbés (**ANONYME, 2005**).

Des caractères héréditaires (acides nucléiques), la photosynthèse et la dégradation des glucides. Cet élément est essentiel pour la floraison, la nouaison, la précocité, le grossissement des fruits et la maturation des graines (**Wikipédia, 2007**).

Elément des structures membranaires dans son association avec les lipides (**MOREL, 1989**).

Il se trouve dans le sol sous trois formes:

*Une forme accessible, liée au complexe argilo humique par le calcium et le magnésium.

*Une forme combinée: il est immobilisé.

*Une forme insoluble: en sol calcaire, le phosphore peut être sous forme de phosphates de calcium, dont certains sont insolubles.

c. Le potassium

Le potassium n'est pas très mobile dans la plante. Il joue un rôle primordial dans l'absorption des cations, dans l'accumulation des hydrates des protéines, le maintien de la turgescence de la cellule et la régulation de l'économie en eau de la plante.

C'est aussi un élément de résistance des plantes au gel; à la sécheresse et aux maladies. Il est essentiel pour le transfert des assimilés vers les organes de réserve (bulbes et tubercules) (**Wikipédia, 2007**).

Intervient dans la pression osmotique, diminue la transpiration. Résiste à une dessiccation précoce (KOLEV, 1982).

Le potassium est un élément abondant dans la nature; la croûte terrestre en contient environ 2.3%, c'est l'un des trois principaux éléments nutritifs des cultures (MOREL, 1989).

Le potassium dans le sol se trouve uniquement sous forme minérale. Il provient soit de la composition de la matière organique et des minéraux du sol, soit des engrais (Wikipédia, 2007).

1. D.3.4. La dynamique des éléments fertilisants

a. L'azote

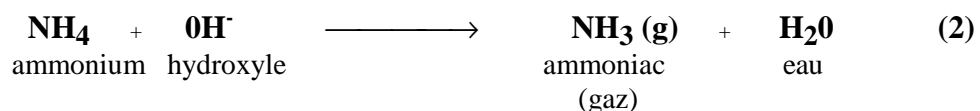
C'est un constituant très important de l'atmosphère où il représente 80%, mais le végétal ne peut l'utiliser directement, seules les légumineuses peuvent en utiliser par l'intermédiaire des bactéries fixatrices d'azote.

-Transformation de l'azote ou minéralisation

La fixation de l'azote correspond à la conversion de l'azote atmosphérique en azote utilisable par les plantes et les animaux. Il se fait par certaines bactéries qui vivent dans les sols ou dans l'eau et qui réussissent à assimiler l'azote diatomique N₂. L'azote organique contenant du carbone est insoluble. Il exige la minéralisation ou l'humification pour devenir disponible pour la plante. La réaction chimique type est:

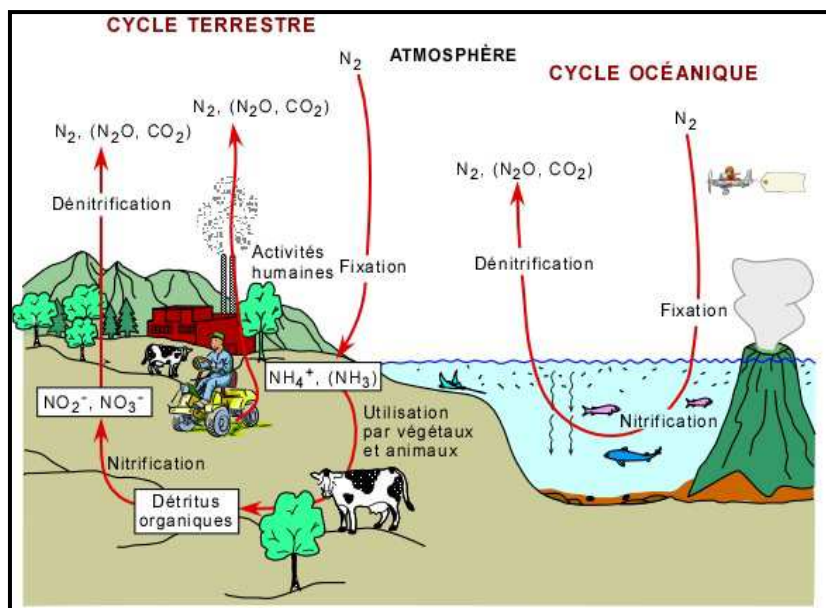
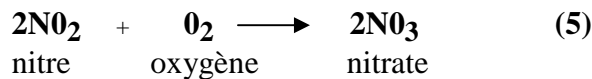
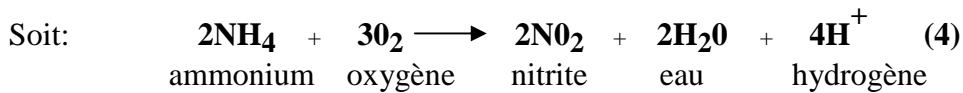
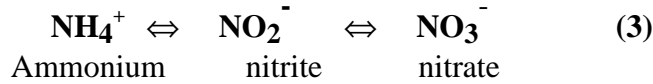


Dans le sol ou le pH est élevé, l'ammonium se transforme en ammoniac gazeux:



La réaction nécessite un apport d'énergie de la photosynthèse (cyanobactéries et symbiotes de légumineuse) (Wikipédia, 2007).

- la nitrification transforme les produits de la fixation (NH_4 , NO_3), des nitrites et des nitrates. C'est une réaction d'oxydation qui se fait par catalyse enzymatique reliée à des bactéries dans le sol et dans l'eau. La réaction en chaîne est de type:



(Source, net)

Figure 4: le cycle d'azote.

Conclusion

La minéralisation de l'azote organique d'un sol est la résultante de l'interaction de tous les facteurs préposés à cette minéralisation, facteurs variables suivant les conditions locales. Il n'existe donc pas un rapport entre la teneur en N total d'un sol et la quantité de nitrates produits (BAEYENS, 1967).

b. Le potassium

La teneur du potassium est généralement plus élevée que celle de l'N ou du P et diffère d'après la composition minéralogique de la roche —mère, et l'intensité des pertes (**BAEYENS, 1967**).

Le végétal absorbe le potassium seulement sous la forme ionique K.

b.1. Les formes de potassium

*** Potassium minéral**

Le potassium contenu dans les minéraux du sol, par exemple micas et feldspaths, et qui représente de 90 à 98% du potassium dans le sol n'est presque pas disponible pour la plante.

*** Potassium de la solution du sol**

Il s'agit de potassium sous forme de K qui est en solution dans l'eau du sol. C'est à partir de là que la plante prélève le potassium dont elle a besoin.

*** Potassium échangeable**

C'est le potassium absorbé sur les sites cationiques d'échanges. Le potassium échangeable dépend beaucoup de la CEC du sol. En général, il présente des valeurs élevées dans les sols sableux et pauvre en matière organique.

*** Potassium non échangeable**

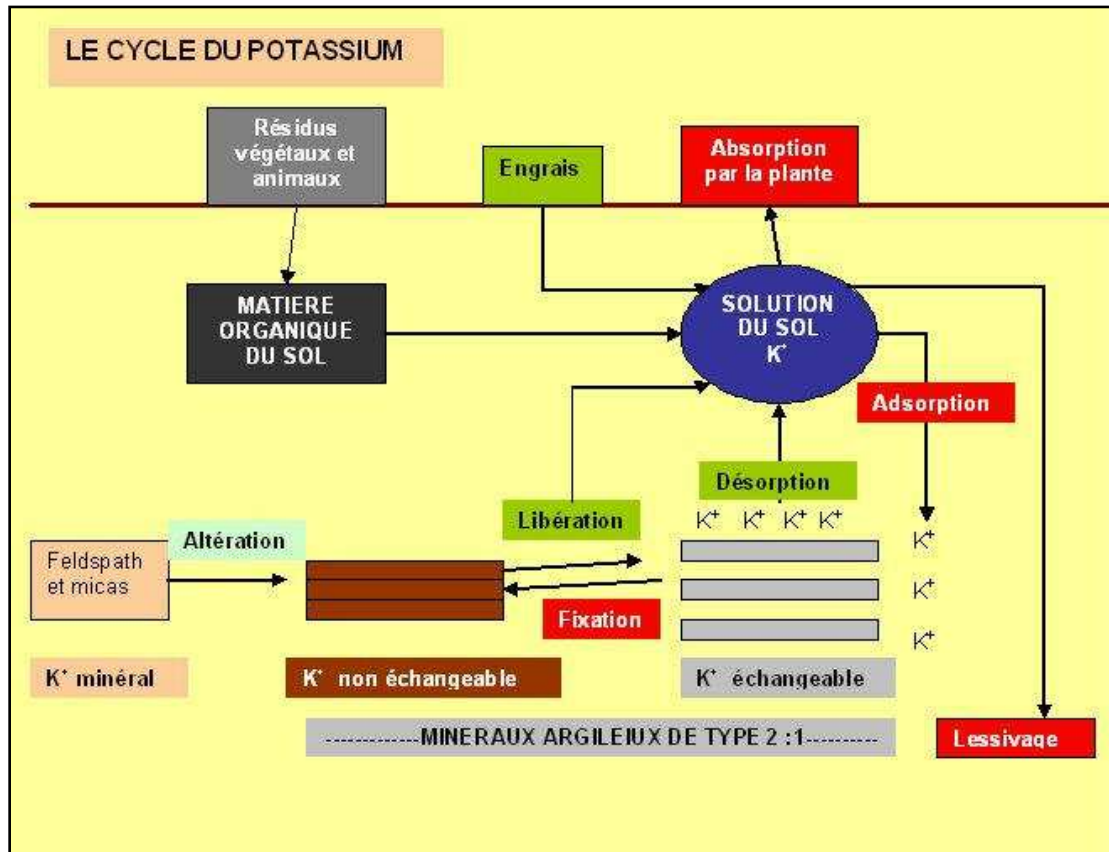
C'est le potassium principalement fixé dans les feuillets d'argiles (**Wikipédia, 2007**).

B.2. Fixation de potassium

Lorsque l'engrais est apporté au sol, une partie ne se retrouve pas sous forme échangeable. Elle est fixée sous l'effet du prélèvement par la plante, une partie est libérée par le sol (**ANONYME, 2005**).

La fixation de potassium se fait par glissement du K entre les feuillets des minéraux argileux, surtout du type à deux feuillets: illite montmorillonite. Le degré de fixation varie avec

la teneur du sol en K échangeable. Donc la fixation du K dépendra de la composition minéralogique du sol (BAEYENS, 1967).



(Source, net)

Figure 5: le cycle du potassium

Chapitre II :

Méthodes d'étude

Chapitre II: Méthode d'étude

1. Protocole expérimental

1.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un dispositif de type split-plot, comportant quatre niveaux d'azote N0, N1, N2 et N3 et quatre niveaux de potassium K0, K1, K2 et K3 disposés en quatre blocs, chaque bloc comporte 16 parcelles.

L'essai représente au total 64 parcelles élémentaires. Chaque parcelle mesure 2 m de long et 0,5 m de large soit une superficie totale de l'essai de 64 m².

Les blocs sont espacés de 0,5 m et les parcelles élémentaires de 0,5 m (**figure 06**), chaque bloc se répartit en quatre unités destinées aux doses d'azote à savoir N0 (0 U N/ha), N1 (60 U N/ha), N2 (120 U N/ha) et N3 (240 U N/ha). Chaque unité est composée de quatre parcelles élémentaires destinées aux doses de potassium K0 (0 U K20/ha), K1 (90 U K20/ha), K2 (180 U K20/ha) et K3 (270 U K20/ha).

Les traitements utilisés consistent en différentes doses d'azote (N) combinées à différentes doses de potassium. Cette combinaison donne 16 traitements (NOK0, NOK1, NOK2, NOK3, N1KO, N1K1, N1K2, N1K3, N2KO, N2K1, N2K2, N2K3, N3KO, N3K1, N3K2, N3K3,) et quatre répétition (blocs).

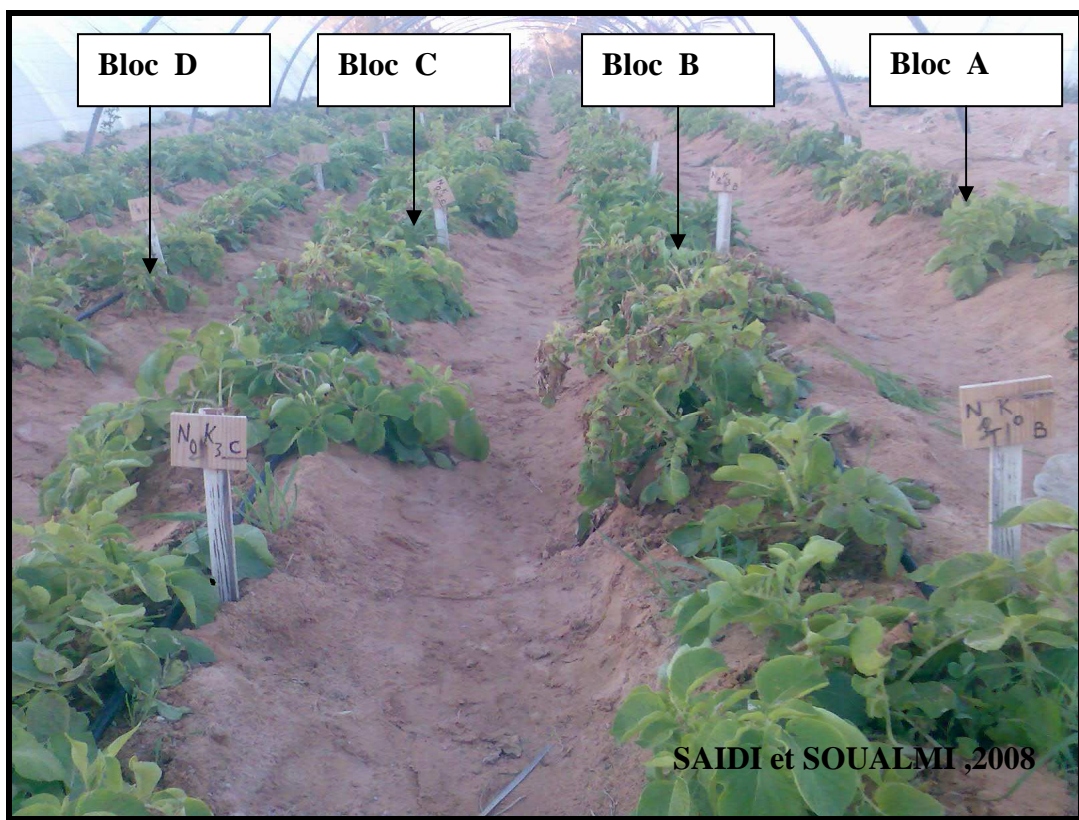


Photo 02. La répartition des blocs expérimentaux

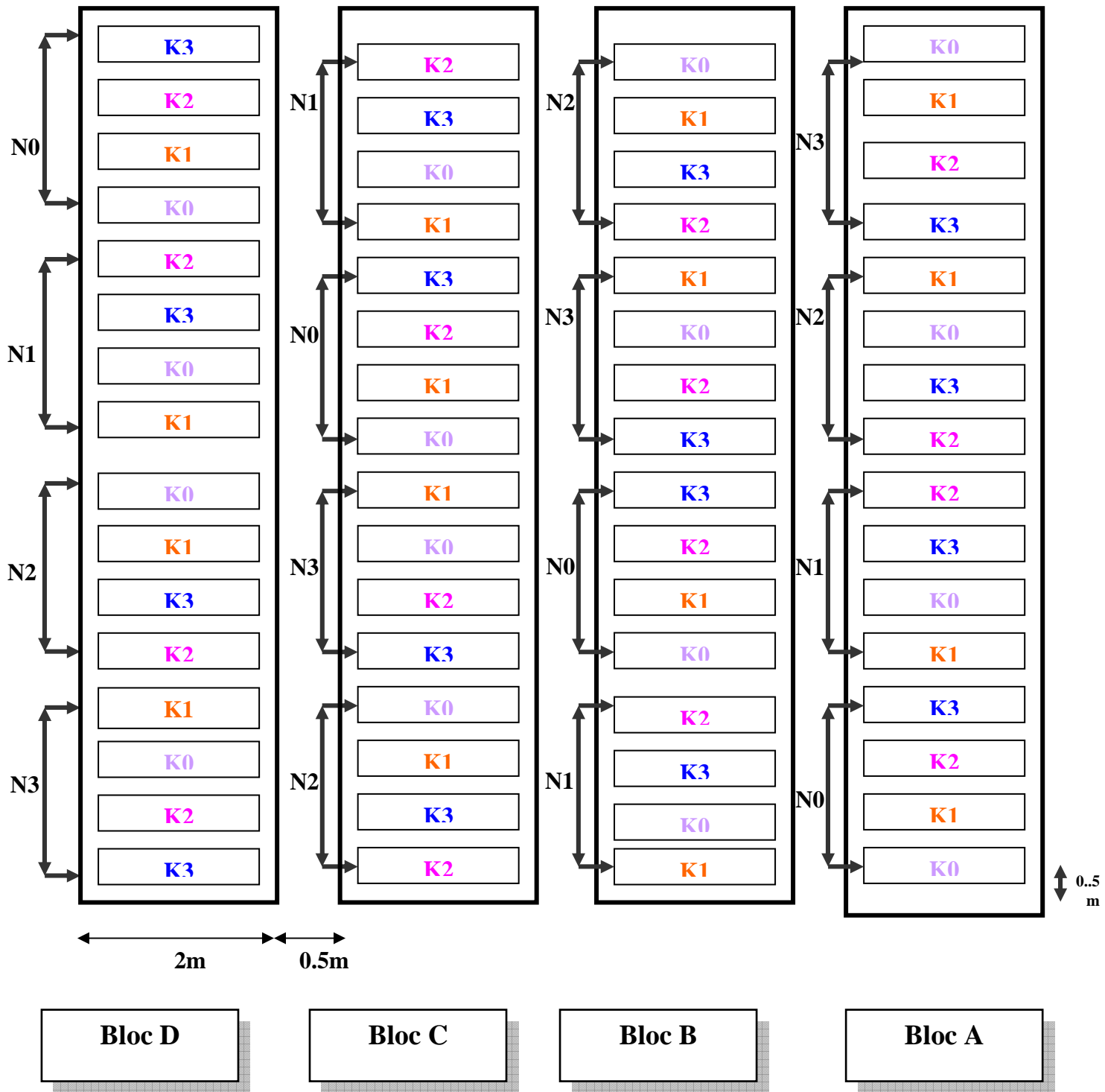


Figure 06: Le dispositif expérimental

II. Conditions de déroulement de l'essai

La connaissance des caractères biologiques et les exigences spécifiques sont très importantes vu la grande diversité variétale.

L'agriculteur doit connaître tous les paramètres déterminants du rendement, afin de définir la conduite à suivre tout au long du cycle de la culture (PREVOST, 1999).

II .1. Le précédent cultural

Les meilleurs résultats sont obtenus après des cucurbitacées .On doit éviter de cultiver une plante de la famille des solanacées (ANONYME, 1979).

Le précédent cultural de notre essai est la courgette.

II .2. Le travail du sol

On a commence le travail du sol par :

- Labour de 20 à 25 cm avec charrue à socs.
- Epandage de fumier (50T/ ha) et 4 qx TSP/ ha.
- Puis nivellement du sol par un rotateur.
- Et en fin la mise en place des billons.

Cette opération a eu lieu le 24/09/2007.

11.3. La plantation

La plantation est réalisée le 02/10/2007. Elle est effectuée manuellement avec une dose de semis équivalent de 25 Q/ha .Les écartements sont de : 60 cm entre rangs et 30 cm entre plants, et la profondeur de plantation de 7 à 10 cm.

11.4. La fertilisation

L'agriculture Algérienne s'oriente vers l'intensification de la production agricole. Parmi les facteurs de cette dernière l'utilisation propice des engrais minéraux qui occupe une place cruciale (HALILAT, 1993).

La fertilisation consiste à apporter des éléments minéraux, afin de satisfaire les besoins de la culture et qui doit être raisonnée (**PREVOST, 1999**).

L'apport d'engrais a été fait manuellement car la serre comprend 02 traitements différents. Nous avons commencé l'épandage le 24/10/2008.

Nous avons choisi l'Urée (46 %) comme engrais Azoté et le Sulfate de potassium (50%) pour qu'on puisse montrer l'interaction (NxK).

a. Les engrais utilisés

***L'Urée:** Les engrais Azotés sont appliqués depuis plus de 50ans, jointes aux progrès de la sélection génétique et des itinéraires techniques (**FRANCOIS, 1997**).

Il est granulé de couleur blanche, solide, simple, qui dose 46% de matière active. L'épandage est manuel.

Il est très soluble mais évolue dans le sol par une diastase microbienne et il alcalinise légèrement le sol lors de son épandage (**QUITTET, 1967**).

***Sulfate de potasse:** est un engrais solide de couleur grise qui dose 50% de K₂O et 19% de soufre. Il est simple et très soluble et appliqué pour tous les types de sol et de cultures. L'apport se fait manuellement.

L'engrais doit être apporté chaque 15 jours avec différentes doses.

b. Les doses utilisées

Tableau 04. Les doses des engrais (N et K) utilisées

Dose de N	N0 (0 U/ha)	N1 (60U/ha)	N2 (120U/ha)	N3 (240U/ha)
Dose de K	K0 (0U/ha)	K1 (90 U/ha)	K2 (180U/ha)	K3 (270U/ha)

Les quantités apportées sont fractionnées en deux (02) fois et échelonnées sur les quatre mois du cycle de développement.

Tableau 05. Dose et date d'apport d'azote

Les doses d'apportée		Date d'apport	
N0 (0 U N/ha)			
N1 (60 U N/ha)		10 / 11 / 2007	
N2(120 UN/ha)	60 U N/ha	1 ^{er} apport	10 / 11 / 2007
	60 U N/ha	2 ^{em} apport	25 / 11 / 2007
N3(240 U N/ha)	120 U N/ha	1 ^{er} apport	10/ 11 / 2007
	120 U N/ha	2 ^{em} apport	25 / 11 / 2007

Tableau 06. Dose et date d'apport de potassium.

Les doses d'apportée		Date d'apport	
K0 (0 U K/ha)			
K1 (90 U K/ha)	45 U K/ha	1 ^{er} apport	10 / 11 / 2007
	45 U K/ha	2 ^{em} apport	25 / 11 / 2007
K2 (180 UK/ha)	90 U K/ha	1 ^{er} apport	10/ 11 / 2007
	90 U K/ha	2 ^{em} apport	25/ 11 / 2007
K3 (270 UK/ha)	90 U K/ha	1 ^{er} apport	10 / 11 / 2007
	180 U K/ha	2 ^{em} apport	25 / 11 / 2007

11.5. Entretien de la culture

11.5.1. Les traitements phytosanitaires

Le cycle biologique de la plante peut se trouver profondément perturbé, d'une part sous l'action pathogène de certains organismes vivants et, d'autre part sous l'effet défavorable d'agents extérieurs. Les maladies d'origine parasitaire sont provoquées par le développement, au sein même des tissus de la plante, de champignons, bactéries, virus et autres agents pathogènes. Les traitements fongicides en cours de végétation sont surtout dirigés contre le mildiou.

Les traitements insecticides ont surtout pour but de détruire les doryphores et éventuellement les pucerons. Les larves sont facilement tuées, les adultes sont par contre plus résistants.

Pour notre cas on a fait l'intervention phytosanitaire avec le produit Manèbe.

11.5.2. Désherbage

Elimination des mauvaises herbes à chaque fois parce qu'elles sont très nombreuses et très variées, il s'est effectué manuellement.

II.5.3. Buttage

Le buttage favorise la tubérisation, évite le verdissement des tubercules et facilite leur arrachage. Il limite aussi les risques de contamination des tubercules par le mildiou.

Pour notre cas l'opération a été réalisée le 27/11/2007.

11.6. Récolte

La récolte s'est effectuée manuellement, et réalisée le 27/01/2008.

III. Méthode de prélèvement

111.1. Sol

Dans le but de suivre l'évolution de l'assimilation de l'azote et du potassium par la plante, nous avons pris trois prélèvements de sol durant le cycle végétatif de la culture à deux profondeurs : 0-20 cm et 20-40 cm à savoir:

- Le premier prélèvement au début de cycle, est réalisée le 06/10/2007.
- Le deuxième prélèvement au stade de croissance végétatif le 14/11/2007.
- Le troisième prélèvement au stade de tubérisation le 15/12/2007.

111.2. Plante

Pour chaque parcelle élémentaire, nous avons choisi 3 plantes pour faire le dosage d'azote et du potassium, et effectué en différents stades : croissance végétative, tubérisation et en fin de cycle.

IV. Contrôle en cours de végétation

Au cours de la végétation, nous avons procédé à un contrôle complet sur le plan morphologique de la plante.

IV.1. Nombre de tige par plant

Consiste à dénombrer le nombre de tige par plant, ce paramètre a été réalisé sur un pourcentage des plantes.

IV.2. Nombre de feuille par plant

Vue la difficulté de mesurer la surface foliaire à la masse, on s'est limité à dénombrer les feuilles au niveau des plantes (marquée ou échantillon), et aussi ce paramètre est l'un des indicateurs importants pour la mesure de la production de la masse végétative.

IV.3. Longueur des tiges

Afin d'estimer la croissance en longueur des plantes, on a mesuré la longueur maximale des tiges situées à des plants pris comme échantillon.

IV.4. Poids moyen du tubercule

Nous avons pris une quantité de tubercules pour chaque parcelle au hasard, et on a pesé chaque une à part, et on a fait la moyenne.

IV.5. Calibre du tubercule

Pour les mêmes tubercules qu'on a peser, on a fait la mesure de son calibre à l'aide d'un pied à coulisse et en fin on a fait la moyenne.

IV.6. Le rendement total

Après la récolte de chaque parcelle, on a fait la mesure du rendement pour chaque parcelle.

V. Les paramètres d'évolution des éléments

V.1. Dans les feuilles et tubercules

Pour les deux (feuilles et tubercules), on a fait les dosages d'azote et de potassium total pour connaître la teneur en ces deux éléments et leur variation selon les différentes doses d'azote et de potasse.

V.2. Dans le sol

Après le prélèvement d'échantillons du sol on a fait le dosage d'azote assimilable, Pour connaître l'assimilation d'azote sous forme des ions facilement absorbés par les plantes et leur variation selon les doses d'azotes, et aussi pour le potassium assimilable sous forme ionique.

VI. Méthodes d'analyse

VI.1. Le sol

VI.1.1. La granulométrie

La granulométrie a été déterminée par la méthode de l'hydromètre. C'est une méthode quantitative qui détermine les proportions physiques de trois particules primaires (Argile, Limon et Sable). La mesure est effectuée par une lecture sur un hydromètre.

VI.1.2. le pH du sol

Mesuré à l'aide d'un pH mètre à électrode en verre, par la méthode électrométrique avec un rapport 2/5.

Il est nécessaire de connaître la réaction de la solution du sol, car celle-ci joue un rôle important dans l'absorption des différents éléments minéraux par le végétal ainsi que leur solubilisation ou leur fixation (rétrogradation), et sur les activités microbiennes dans le sol.

VI.1.3. la conductivité électrique

Déterminée par un conductimètre à une température de 25°C avec un rapport sol/solution de 1/5. Et en fonction de la concentration de sels dissous dans la solution du sol, et la mesure de la CE très importante pour connaître l'adaptation du sol à la culture.

VI. 1.4. Calcaire total

Le calcaire total du sol a été déterminé par une attaque avec un acide chlorhydrique concentré (6N) en utilisant le calcimètre de **BERNARD**.

VI.1.5. La matière organique du sol

La matière organique du sol a été déterminée par l'interaction de sulfate de fer, le bichromate de potassium et le dephnylamine avec 1g de sol, puis on a réalisé le dosage de mélange avec l'acide sulfurique (2N).

VI.1.6. L'azote total du sol

La détermination de l'azote total du sol se fait par la méthode **KJELDAHL**, sur une prise de terre 2 g. La minéralisation a eu lieu par l'action de l'acide sulfurique concentré et les catalyseurs. Porté à l'ébullition.

VI.1.7. L'azote assimilable

Le dosage de l'azote minéral se fait par la méthode **KJELDAHL**. Pour les deux formes d'azote. L'extraction a été faite sur 5 g de sol par l'utilisation de 50 ml d'une solution de KCL (2N). Après l'agitation, on filtre le contenu.

VI.1.8. Potassium assimilable

Il est extrait par l'eau distillée. On ajoute de 10 g du sol + 50 ml l'eau distillée (rapport 2/5), On agite pendant 2 heures et puis faire une filtration. Le potassium est dosé par le spectrophotomètre à flamme.

VI.2. La plante et les tubercules

VI.2.1. L'azote

Le dosage de l'azote du végétal est analysé selon la méthode **KJELDAHL**. Cette méthode consiste à attaquer la poudre végétale (2 g) par 20 ml d'acide sulfurique concentré en présence de catalyseur ($\text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$) et porté à l'ébullition pour transformer l'azote organique en sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Pour la distillation, on prend 2 ml de distillat et en présence de la soude on fait la distillation.

VI.2.2. Le potassium

L'extraction de potassium végétal se fait par la méthode d'**AFNOR**. Cette méthode consiste à peser 1 g de matière végétal dans un creuset en porcelaine, il est mis dans un four à moufle à 450°C pendant 3 heures (jusqu'à l'obtention de cendre blanche).

Une fois la calcination est terminée, on transfère entièrement les cendres dans un bêcher de 100 ml. On ajoute 10 ml d'acide nitrique et quelques ml d'eau distillée. On pose le bêcher sur la plaque chauffante, pendant 30 mn. On filtre ensuite la suspension dans une fiole de 50 ml, puis on ajuste au trait de jauge. Le dosage se fait par le spectrophotomètre à flamme.

Deuxième partie: Résultats et discussion

Résultats et discussion

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

Les facteurs du 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 (**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**).

I. Paramètres de croissance

I.1. Effet de la fertilisation azotée et potassique sur la morphologie de la pomme de terre

I.1.1. Nombre de tige par plant

Les résultats de mesures du nombre de tiges par plant sont présentés dans le tableau 07 et illustrés dans la figure 07.

Tableau 07 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur le nombre de tiges par plant

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	1.50	2.75	3.50	4.50	3.06c	Effet N : H.S
N1	1.75	2.50	3.75	4.50	3.12c	Effet K:S
N2	1.75	2.50	4.00	4.50	3.25b	Effet NxK:S
N3	1.50	3.00	4.50	4.75	3.43a	
Moyenne	1.62d	2.68c	3.93b	4.56a	3.19	

Le nombre de tiges par plant est influencé d'une façon hautement significative avec les doses d'engrais azotés. Ce dernier passe de:

- 3.06 obtenu avec la dose N0 (sans apport de N).

- 3.43 obtenu avec la dose N3 (240 U N/ha), soit une augmentation de l'ordre de 11% Les autres doses d'engrais ont donnés les valeurs suivantes : 3.12 obtenue avec la dose N1 (60 U N/ha), et 3.25 obtenue avec la dose N2 (120 U N/ha).

L'effet d'azote révèle trois groupes homogènes (a, b et c) présentés par les différentes doses d'azotes:

- Le groupe (a) est formé par la dose N3 (240 U N/ha).
- Le groupe (b) est formé par la dose N2 (120 U N/ha).
- Le groupe (c) est formé par la dose N1 (60 U N/ha) et la dose N0 (sans d'engrais).

L'analyse de la variance (tableau 07), montre un effet significatif des doses de potassium sur le nombre de tiges par plant. Celle-ci passe de:

- 1.62 obtenu avec la dose K0 (sans apport de K).
- 4.56 obtenu avec la dose K3 (270 U N/ha). L'augmentation est de l'ordre de 68.42%. Les autres doses à savoir K1 (90 U K/ha) et K2 (180 U K/ha) enregistrent respectivement : 2.68 et 3.93. Le coefficient de variation est de 11.50%.

L'effet du potassium révèle quatre groupes homogènes (a, b, c et d) présentés par les différentes doses de potassium:

- Le groupe (a) est formé par la dose K3 (270 U K/ha).
- Le groupe (b) est formé par la dose K2 (180 U K/ha).
- Le groupe (c) est formé par la dose K1 (90 U K/ha).
- Le groupe (d) est formé par la dose K0 (sans d'engrais).

Les résultats de l'interaction (NxK) sur le nombre de tiges par plant montrent un effet significatif (tableau 07). Ces derniers montrent que le nombre le plus élevé à savoir 4.75 est obtenu avec le traitement N3K3 et le nombre le plus faible est de 1.50 obtenu avec les traitements N0K0 et N0K3.

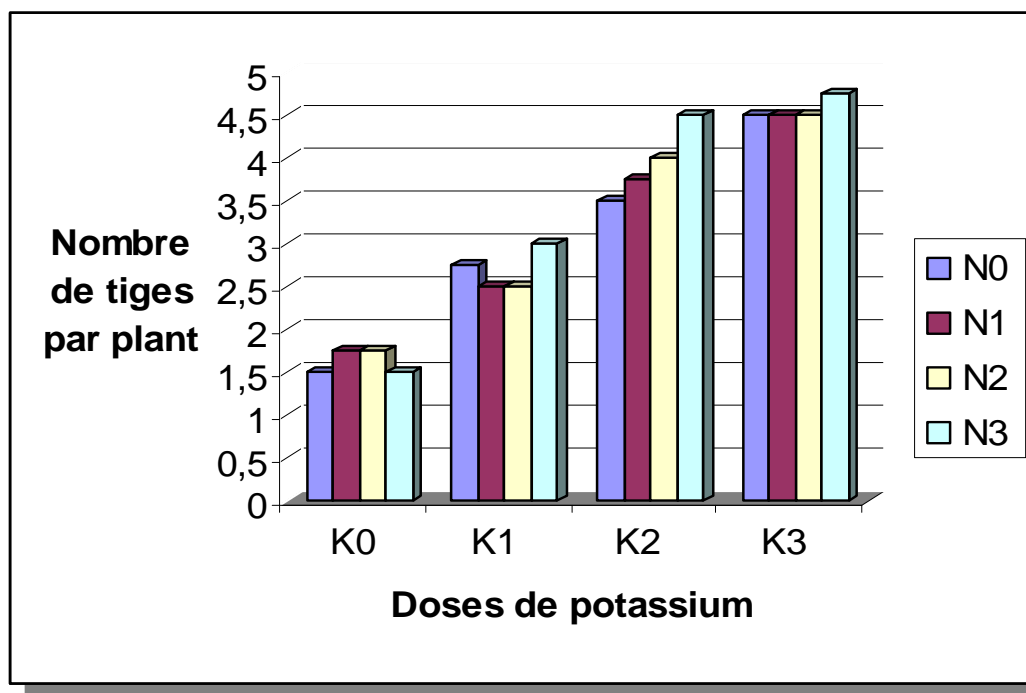


Figure 07 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur le nombre de tiges par plant.

I.1.2. Nombre de feuilles par plant

Les résultats du nombre de feuilles durant le cycle végétatif de la pomme de terre sont présentés dans le tableau 08 et illustrés dans la figure 08.

Tableau 08: Effet de la fertilisation azotée et potassique sur le nombre de feuilles par plant.

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	11.10	15.06	18.58	22.25	16.74c	Effet N:H.S
N1	11.87	15.31	18.71	22.26	17.03b	Effet K: S
N2	12.23	15.80	18.91	22.09	17.25b	Effet NxK:S
N3	13.07	16.66	18.83	22.57	17.78 a	
Moyenne	12.06d	15.70c	18.75b	22.29a	17.2	

D'après le tableau 08, le nombre de feuilles est influencé de façon hautement significative avec les quatre (04) niveaux d'apport d'engrais azoté. Le nombre de feuilles passe de :

- 16.74 obtenu avec le témoin N0 (Sans apport de N).
- 17.78 obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha) soit une augmentation de l'ordre de 6%.

L'analyse de la variance révèle trois groupes homogènes (a, b et c) à savoir:

- Le groupe (a) présente la dose N3 (240 U N/ha) avec un nombre de feuilles 17.78.
- Le groupe (b) présente les doses N1 (60 U N/ha) et N2 (120 U N/ha) qui enregistre respectivement 17.03 et 17.25.
- Le groupe (c) présente la dose N0 (sans apport de N) qui enregistre 16.74.

L'effet du potassium est significatif, le nombre de feuilles passe de:

- 12.06 obtenu avec la dose K0 (sans apport de K).
- 22.29 obtenu avec la dose K3 (270 U K/ha), soit une augmentation de l'ordre de 46%. Le coefficient de variation est de 7.36%.

L'analyse de la variance révèle (04) groupes homogènes (a, b, c et d) à savoir:

- Le groupe (a) présente la dose K3 (270 U K/ha) qui enregistre 22.29.
- Le groupe (b) présente la dose K2 (180 U K/ha) qui enregistre 18.75.
- Le groupe (c) présente la dose K1 (90 U K/ha) qui enregistre 15.70.
- Le groupe (d) présente la dose K0 (sans apport de K) qui enregistre 12.06.

En ce qui concerne l'interaction (NxK), les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence significative, il présente une variation entre les traitements.

- Pour le témoin N0 (sans apport de N), ce nombre passe de 11.10 obtenu avec le traitement K0 (Sans apport de K) à 22.25 avec le K3 (270 U K/ha).
- Pour le niveau d'apport N1(60 U N/ha) ,ce nombre passe de 11.87 obtenu avec le traitement K0(Sans apport de K) à 22.26 obtenu avec le K3 (270 U K/ha) , l'augmentation est de l'ordre de 46.67% .

-Pour le niveau d'apport N2 (120 U N/ha) le nombre passe de 12.23 obtenu avec le traitement K0 (0 U K/ha) à 22.09 obtenu avec le traitement K3 (270 U K/ha). L'augmentation est de l'ordre de 44.63%.

-Pour le niveau d'apport N3 (240 U N/ha) le nombre passe de 13.07 obtenu avec le traitement K0 (0 U K/ha) à 22.29 obtenu avec le traitement K3 (270 U K/ha). L'augmentation est de l'ordre de 42.07%

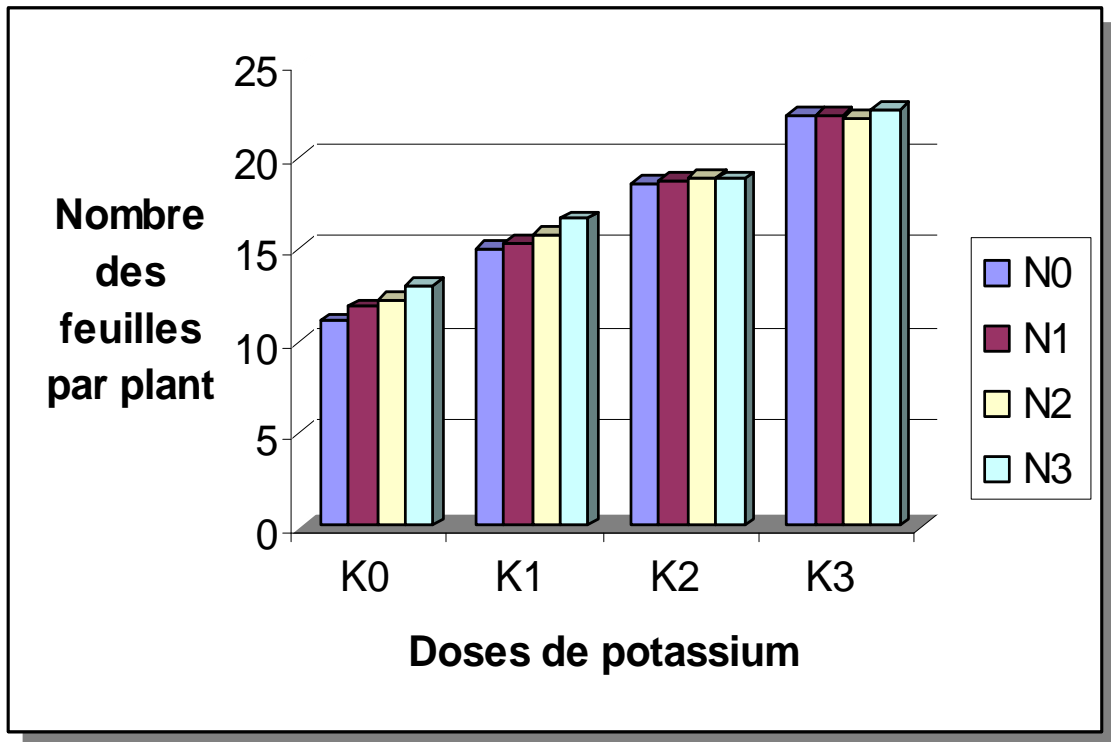


Figure 08 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur le nombre de feuilles par plant.

I.1.3. La longueur de tige

Les résultats de mesures de la longueur des tiges sont présentés dans le tableau 09, et illustrés dans la figure 09.

Tableau 09 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur la longueur des tiges (cm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	25.25	35.49	44.50	55.41	31.29c	Effet N:H.S
N1	27.33	34.16	44.66	54.99	40.28b	Effet K:H.S
N2	25.57	36.33	45.43	57.63	41.24b	Effet NxK: S
N3	29.33	39.74	46.71	58.75	43.63a	
Moyenne	26.87d	36.43c	45.32b	56.69a	41.32	

Les analyses statistiques montrent un effet hautement significatif des doses d'azote sur la longueur des tiges. La longueur de la tige passe de :

- 31.29 cm obtenue avec la dose N0 (sans apport de N).
- 43.63 cm obtenue avec la quatrième dose N3 (240 U N/ha). Soit une augmentation de l'ordre de 28.28 %. Les autres doses d'engrais à savoir la deuxième dose N1 (60 U N/ha) et la troisième dose d'engrais azoté N2 (120 U N/ha) enregistrent respectivement les longueurs des tiges suivantes: 40.28 et 41.24 cm.

L'analyse de la variance révèle trois groupes homogènes (a, b et c) à savoir :

- Le groupe (a) est formé par la dose N3 (240 U N/ha).
- Le groupe (b) est formé par les deux doses N1 (60 U N/ha), N2 (120 U N/ha).
- Le groupe (c) est formé par la dose N0 (sans apport de N).

L'analyse de la variance (tableau 09), montre un effet hautement significatif de l'engrais potassique sur la longueur des tiges. Celle-ci passe de 26.87 cm obtenue avec la dose K0 à 56.69 cm obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha).

L'interaction (NxK) présente un effet significatif de la fertilisation azotée potassique sur la longueur des tiges. La longueur la plus élevée 58.75 cm obtenue au niveau de traitement N3K3, par contre la longueur la plus faible 25.25 cm est obtenue avec le traitement N0K0.

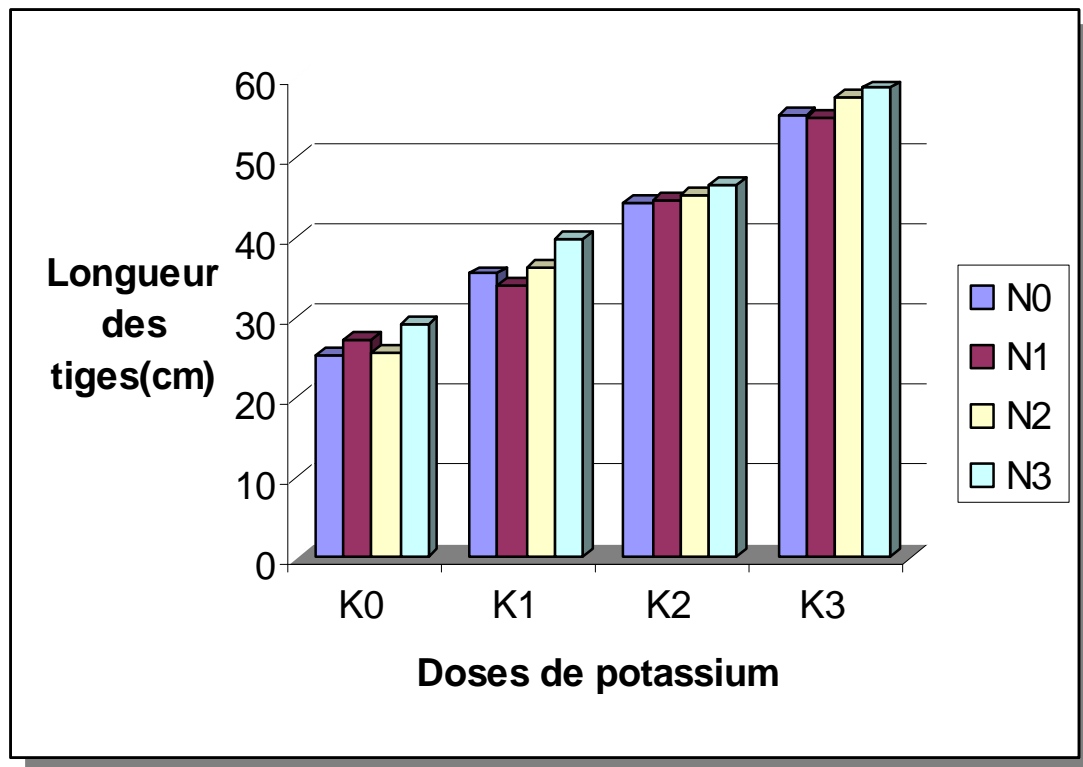


Figure 09 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur la longueur des tiges (cm)

I.2. Effet de la fertilisation azotée potassique au moment de la tubérisation

I.2.1. Poids spécifique des tubercules.

Un élément important de la qualité de la pomme de terre est son poids spécifique directement relié au contenu en matière sèche et en amidon des tubercules (**GIROUX, 1998**)

Les résultats de mesures de poids des tubercules sont présentés dans le tableau 10, et illustrés dans la figure 10.

Tableau 10: Effet de la fertilisation azotée potassique sur le poids spécifique des tubercules (g)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	215.75	228.75	272.50	246.25	240.62b	Effet N: S
N1	233.5	236.25	238.75	283.75	248.12 b	Effet K : H.S
N2	250.00	298.75	300.00	236.25	271.25a	Effet NxK:S
N3	226.25	270.00	256.25	365.00	279.37 a	
Moyenne	234.68d	255.00c	266.87b	282.81a	259.84	

L'analyse de la variance a révélée un effet hautement significatif de la fertilisation potassique sur le poids spécifique du tubercule, celui - ci passe de :

- 234.68 g obtenu avec la dose K0 (sans apport de K).
- 282.81 g obtenu avec la dose K3 (270 U K/ha).

L'effet de l'engrais potassique révèle quatre groupes homogènes (a, b, c et d) à savoir:

- Le groupe (a) est formé par la dose K3 (270 U K/ha) avec un poids spécifique équivalent de 282.81 g.
- Le groupe (b) par la dose K2 (180 U K/ha) avec un poids de 266.87g.
- Le groupe (c) par la dose K1 (90 U K/ha) avec un poids de 255.00g.
- Le groupe (d) par la dose K0 (0 U K/ha) avec un poids de 234.68 g.

L'interaction (NxK) présente un effet significatif de la fertilisation azotée potassique sur le poids spécifique des tubercules. Le poids le plus élevé 365.00 g obtenu au niveau de traitement N3K3, contre le poids le plus faible 215.75 g obtenu avec le traitement N0K0.

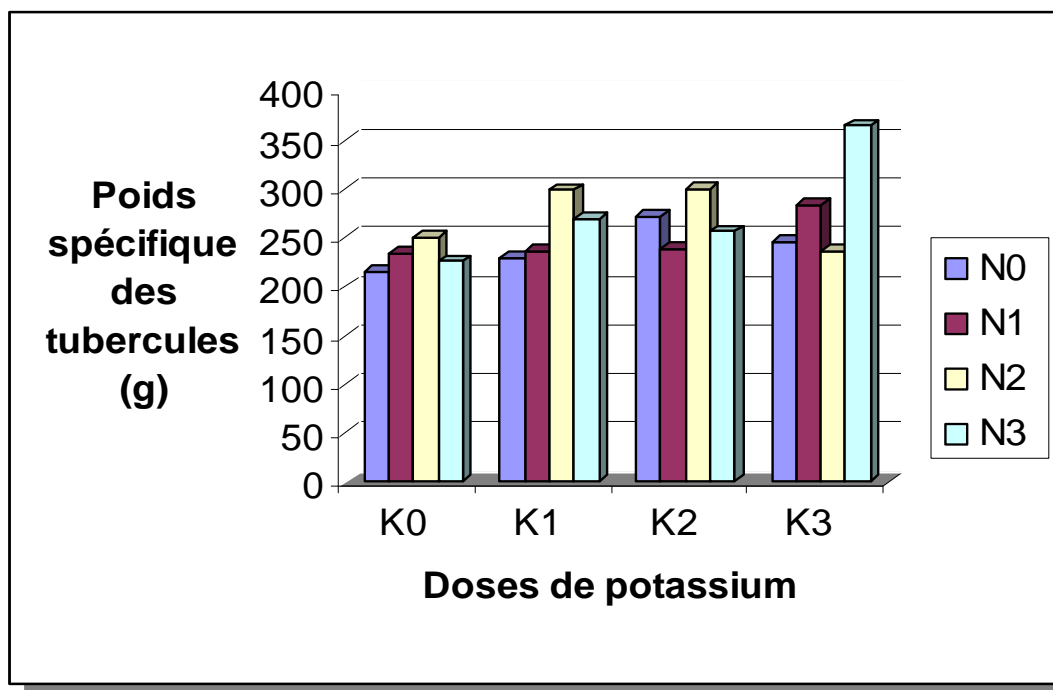


Figure 10 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur le poids spécifique des tubercules.

I.2.2. Le diamètre des tubercules

Les résultats de mesures de la longueur des tubercules sont présentés dans le tableau 11, et illustrés dans la figure 11.

Tableau 11 : l'effet de la fertilisation azotée potassique sur le diamètre des tubercules (cm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	5.43	6.40	7.63	8.28	6.93c	Effet N: S
N1	5.50	6.46	7.76	8.45	7.04b	Effet K: H.S
N2	5.51	6.67	7.85	8.41	7.11a	Effet NxK:S
N3	6.24	6.51	7.94	8.50	7.29a	
Moyenne	5.67d	6.51c	7.79b	8.41a	7.09	

L'analyse de la variance montre un effet significatif de l'azote sur le diamètre des tubercules. Ce paramètre passe de :

- 6.93 cm obtenu avec la dose N0 (sans apport de N).
- 7.29 cm obtenu avec la dose N3 (240 U N/ha), soit une augmentation de l'ordre de 4.93 % (tableau 11).

Le test a fait ressortir trois groupes homogènes à savoir:

- Le groupe (a) est formé par la dose N2 (120 U N/ha) et N3 (240 U N/ha).
- Le deuxième groupe (b) est formé par la dose N1 (60 U N/ha).
- Le troisième groupe (c) est formé par la dose N0 (0 U N/ha).

L'analyse de la variance (tableau 11), montre aussi un effet hautement significatif des doses de potassium sur le diamètre des tubercules (cm). Le diamètre le plus élevé est obtenu avec la dose K3 (270 U K/ha) avec 8.50 cm, et le diamètre le plus faible avec K0 (sans apport de K) avec 5.43 cm.

Le test a fait ressortir quatre groupes homogènes (a, b, c et d) à savoir:

- Le groupe (a) est formé par la dose K3 (270 U K/ha).
- Le groupe (b) est formé par la dose K2 (180 U K/ha).
- Le groupe (c) est formé par la dose K1 (90 U K/ha.).
- Le groupe (d) est formé par la dose K0 (sans apport de K).

La fertilisation potassique, est essentielle à la synthèse des sucres simples et de l'amidon, en plus d'être impliquée dans les mécanismes de translocation des hydrates de carbone (**HAEDER et al 1973; SMITH 1987**). Le potassium pourrait même améliorer le calibre des tubercules (**TINDALL et WESTERMANN 1995; WARD 1959**).

Aussi l'analyse de la variance montre un effet significatif enregistré au niveau de l'interaction (N × K) sur le diamètre des tubercules. Ceci passe de 5.43 cm enregistré avec le traitement N0K0 8.50 cm obtenu par le traitement N3K3 (tableau 11) .

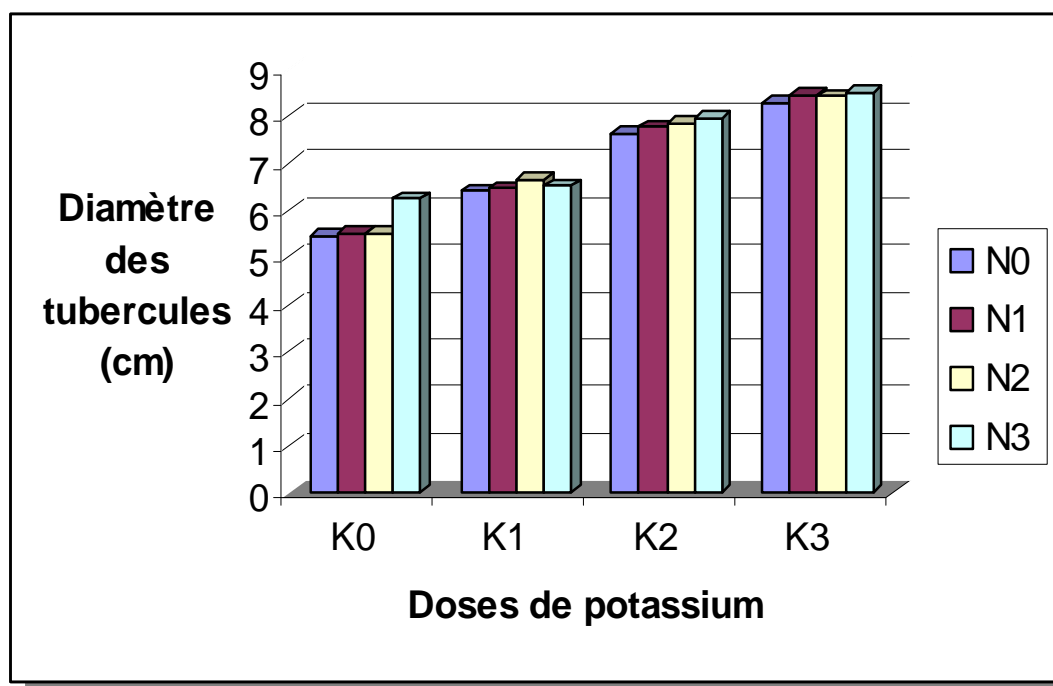


Figure 11 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur le diamètre des tubercules (cm).

I.2.3. Le rendement total

Les résultats de mesures du rendement total sont présentés dans le tableau 12, et illustrés dans la figure 12.

Tableau 12: Le rendement total

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	25.68	32.95	40.27	45.31	36.05d	Effet N: S
N1	27.92	35.62	42.97	55.36	40.47c	Effet K:H.S
N2	27.92	45.42	42.83	50.17	41.58b	Effet NxK:H.S
N3	28.00	40.32	42.91	60.57	42.95a	
Moyenne	27.38d	38.58c	42.24b	52.85a	40.26	

Le rendement de la pomme de terre varie de façon significative avec les doses d'azote apportées, ce rendement passe de 36.05 t/ha obtenu avec la dose N0 (Sans azote) à 42.95 t/ha obtenu avec la dose N3 (240 U N/ha).

La comparaison des moyennes a révélé quatre (04) groupes homogènes (a, b, c et d) à savoir:

- Le groupe (a) est formé par la dose N3 (240 U N/ha).
- Le groupe (b) est formé par la dose N2 (120 U N/ha).
- le group (c) est formé par la dose N1 (60 U N/ha).
- Le groupe (d) est formé par la dose N0 (sans apport de N).

Le potassium a un effet hautement significatif. Ce paramètre passe de 27.38 t/ha avec la dose K0 (Sans apport de K) à 52.85 t/ha avec la dose K3 (270 UK/ha).L'augmentation est l'ordre de 48.2%

Une différence hautement significative entre les différents traitements, qui forment (04) groupes homogènes (a, b, c et d):

- Le groupe (a) présente la dose K3 avec 52.85 t/ha.
- Le groupe (b) présente la dose K2 avec 42.24 t/ha.
- Le groupe (c) présente la dose K1 avec 38.58 t/ha.
- le groupe (d) présente la dose K0 avec 27.38 t/ha.

Le tableau 12, montre que l'apport des engrais azoté et potassique entraîne une amélioration du rendement de la pomme de terre. Les résultats d'analyse de la variance montrent que l'effet de l'interaction de l'azote et du potassium es hautement significatif sur le rendement et en augmentation pour les quatre facteurs:

- la dose N0 le rendement passe de 25.68 t/ha à 45.3 1 t/ha.
- la dose N1 le rendement passe de 27.92 t/ha à 5 5.36 t/ha.
- la dose N2 le rendement passe de 27.92 t/ha à 50.17 t/ha.
- la dose N3 le rendement passe de 28.00 t/ha à 60.57 t/ha.

Le rendement le plus élevé est obtenu avec le traitement N3K3 avec 60.57 t/ha et le plus faible est obtenu avec le traitement N0K0 avec 25.68 t/ha.

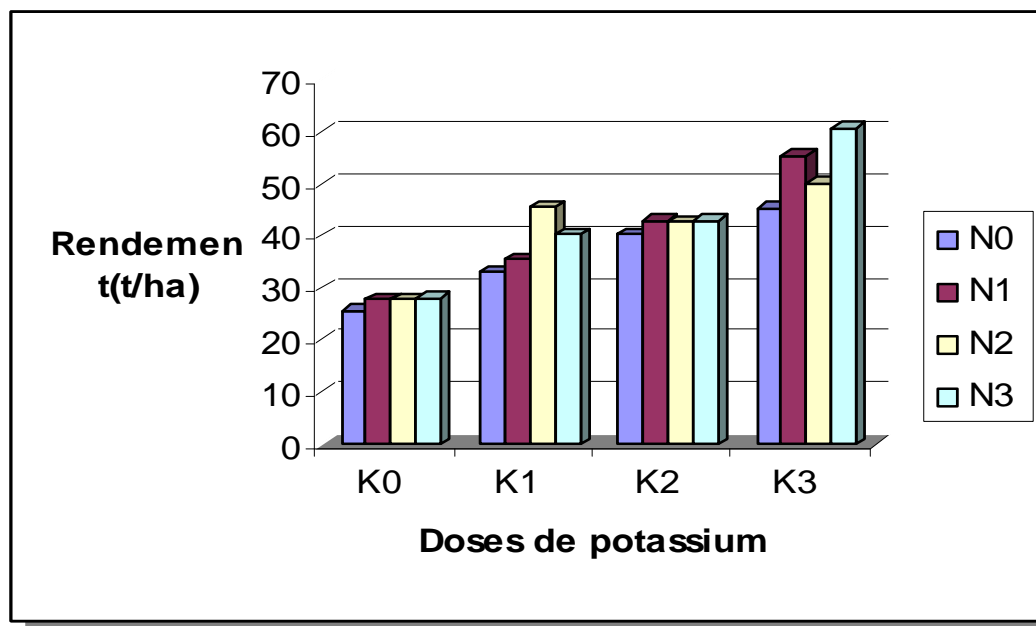


Figure 12 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur le rendement total (t /ha)

II. Alimentation azotée et potassique de la pomme de terre

II.1. La teneur en azote de la plante

II.1.1. Teneur en azote des feuilles

A. Stade de croissance végétative

Les résultats de la teneur en azote des feuilles au stade tubérisation sont présentés dans le tableau 13 et illustrés dans la figure 13.

Tableau 13 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote des feuilles (% de la matière sèche) (stade de croissance végétative)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	0.56	3.93	4.05	5.10	3.41d	Effet N: H.S
N1	1.95	2.91	6.95	3,69	3.87c	Effet K: H.S
N2	5.22	9.13	8.43	7.18	7.49b	Effet NxK:H.S
N3	6.37	7.81	9.62	10.27	8.51a	
Moyenne	3.52d	5.94c	7.26a	6.56b	6.81	

La teneur en azote des feuilles au stade de croissance végétative est influencée d'une façon hautement significative par les doses de l'azote. Cette teneur passe de:

- 8.51 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha).
- 3.41 ppm obtenue avec la dose N0 (sans apport de N), l'augmentation est de l'ordre 60%.

La comparaison des moyennes présente (04) groupes homogènes à savoir:

- La dose N3 (240 N/ha) renferme le groupe (a).
- La dose N2 (120U N/ha) renferme le groupe (b).
- La dose N1 (60 U N/ha) renferme le groupe (c).
- La dose N0 (0 U N/ha) renferme le groupe (d).

Aussi l'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif de la fertilisation potassique sur la teneur en K des feuilles. Celle-ci passe de 3.52 ppm obtenue avec la dose K0 (sans apport) à 7.26 ppm obtenue avec la dose K2 (180 U K/ha) soit une augmentation de l'ordre de 46.34%.

L'effet du potassium révèle (04) groupes homogènes (a, b, c, d) représentés par les différentes doses de K:

- La dose K2 présente le groupe (a).
- La dose K3 présente le groupe (b).
- La dose K1 présente le groupe (c).
- La dose K0 présente le groupe (d).

En ce qui concerne l'interaction (NxK), les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative sur ce paramètre en fonction de l'augmentation des doses d'azote et de potassium.

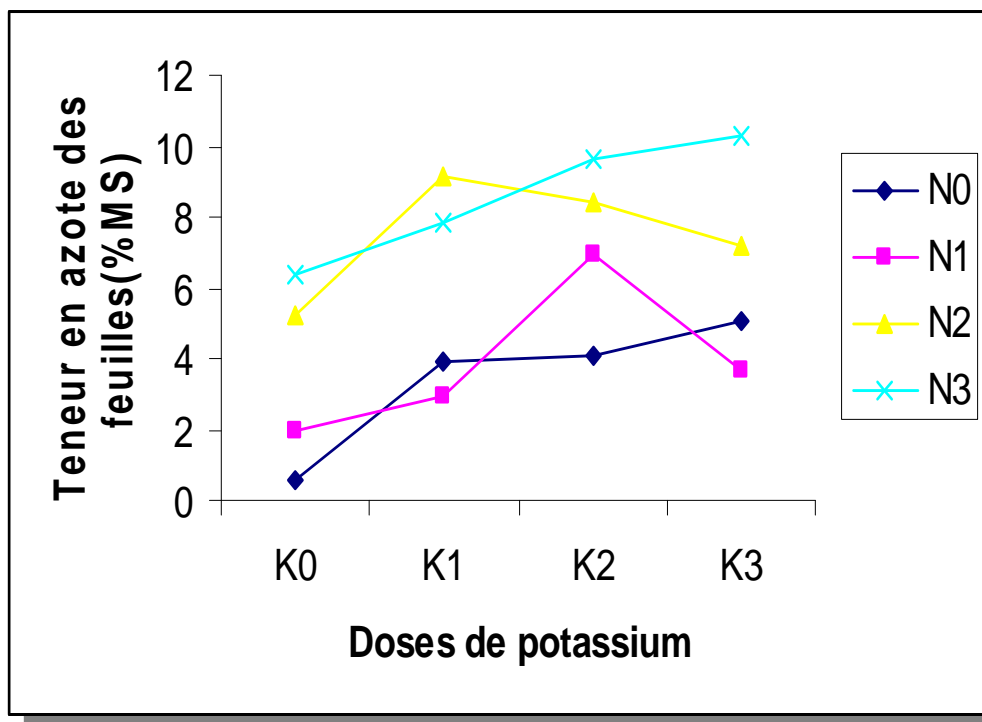


Figure 13 : Teneur en azote des feuilles (stade de croissance végétative) en % MS

B- Stade de tubérisation

Les résultats de la teneur en azote des feuilles au stade tubérisation sont présentés dans le tableau 14 et illustrés dans la figure 14.

Tableau 14 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote des feuilles (% de la matière sèche) (stade de tubérisation)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	2.69	4.62	5.26	7.91	5.12c	Effet N:H.S
N1	3.18	5.80	4.60	8.57	5.53bc	Effet K:H.S
N2	6.09	7.42	8.61	8.90	7.75b	EffetN xK:H.S
N3	7.40	8.22	8.31	9.10	8.25 a	
Moyenne	5.09c	6.51b	6.69b	8.62a	6.66	

L'action de l'engrais azoté sur la teneur en azote des feuilles présente un effet hautement significatif. Cette teneur passe de :

- 5.12 ppm obtenue avec la dose N0 (sans apport de N).
- 8.25 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha), l'augmentation est de 38%.

L'analyse de la variance révèle (04) groupes homogènes à savoir:

- Le groupe (a) représenté par la dose N3 (240 U N/ha).
- Le groupe (b) représenté par la dose N2 (120 U N/ha).
- Le groupe (bc) représenté par la dose N1 (60 U N/ha).
- Le groupe (c) représenté par la dose N0 (sans apport de N).

La teneur en azote des feuilles est influencée d'une façon hautement significative avec les doses d'apport de potassium. Cette teneur passe de 5.09 ppm obtenue avec la dose K0 (sans apport de K) à 8.62 ppm obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha) .

La comparaison entre les moyennes a mis en évidence trois (03) groupes homogènes (a), (b) et (c) obtenus respectivement avec les doses K3, K2, K1 et K0.

Le potassium intervient dans le métabolisme de l'azote pendant le cycle de développement de la culture, en favorisant l'élaboration des protéines à partir de l'azote minéral.

La teneur en azote des feuilles évolue avec l'augmentation des doses d'azote et de potassium. La stabilité de la teneur en azote dans les feuilles peut être due à l'intervention des facteurs externes dont les conditions du milieu et des facteurs internes liés à l'état physiologique de la plante.

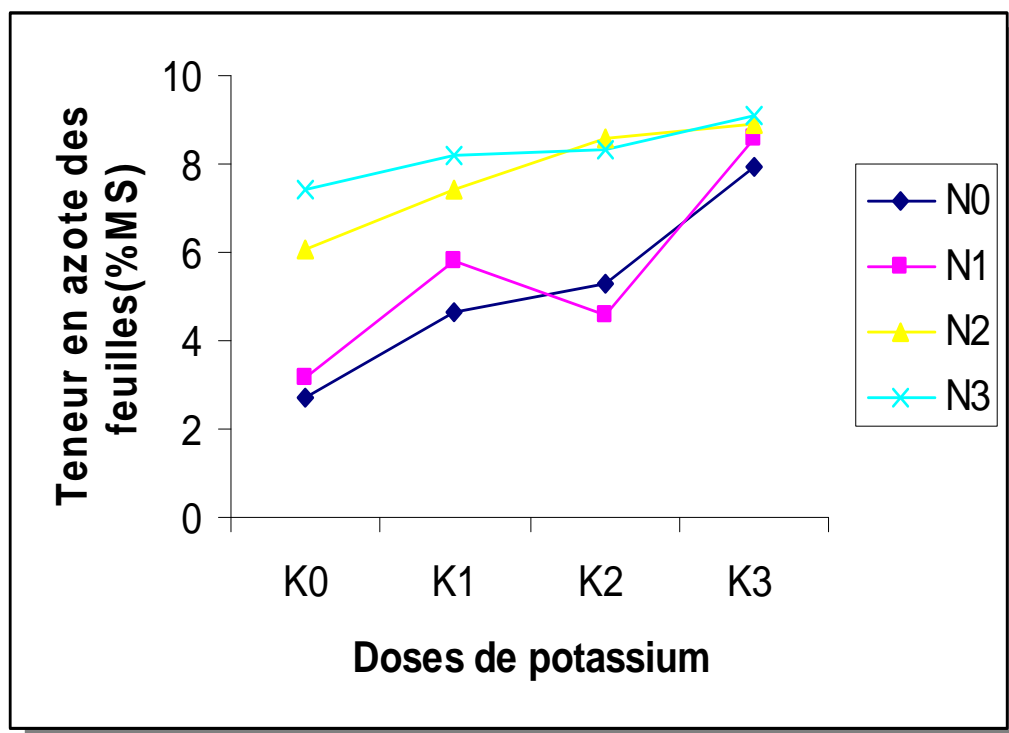


Figure 14 : Teneur en azote des feuilles (stade de tubérisation) en % MS

C- Stade de maturation

Les résultats de la teneur en azote des feuilles au stade tubérisation sont présentés dans le tableau 15 et illustré dans la figure 15.

Tableau 15 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote des feuilles (% de la matière sèche) (stade de maturation)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	3.14	4.98	5.59	6.50	5.05c	Effet N:H.S
N1	4.58	3.99	5.01	7.62	5.55c	Effet K:H.S
N2	6.40	5.74	8.24	9.34	7.43 b	Effet NxK:S
N3	8.41	8.87	9.40	10.33	9.25 a	
Moyenne	5.63d	5.89c	7.31b	8.44a	5.82	

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif sur la teneur en azote des feuilles au stade de maturation. Celle-ci passe de:

- 5,05 ppm obtenue avec la dose N0 (sans apport de N).
 - 9,25 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha), soit une augmentation de l'ordre de 45.40%.
- Le coefficient de variation est 3.93%.

L'analyse de la variance révèle trois (03) groupes homogènes:

- Le groupe (a) présenté par les doses N3 (240 U N/ha).
- Le groupe (b) présenté par les doses N2 (120 U N/ha).
- Le groupe (c) présenté par la dose N 1(60 U/ha) et la dose N0 (sans apport de N).

La teneur en azote des feuilles au stade de maturation est influencée d'une façon hautement significative avec les apports de potassium. Cette teneur passe de la valeur 3,14 ppm obtenue avec la dose K0 (sans apport de K) à 8,44 ppm obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha), l'augmentation est de 33.29%. Le coefficient de variation est 10.59%.

La comparaison des moyennes nous fait ressortir (04) groupes homogènes (a, b, c, d) à savoir:

- Le groupe (a) présente la dose K3 (270 U K/ha).
- Le groupe (b) représenté par la dose K2 (180 U K/ha).
- Le groupe (c) représenté par K1 (90 U K /ha).
- Le groupe (d) représenté par K0 (sans apport de K).

L'interaction présente aussi une différence significative, Ce paramètre varie de la valeur la plus faible de 3,14 ppm d'azote obtenu avec le traitement N0K0 à la valeur la plus élevée de 10,33 ppm d'azote assimilable obtenu avec le traitement N3K3 (figure 15)

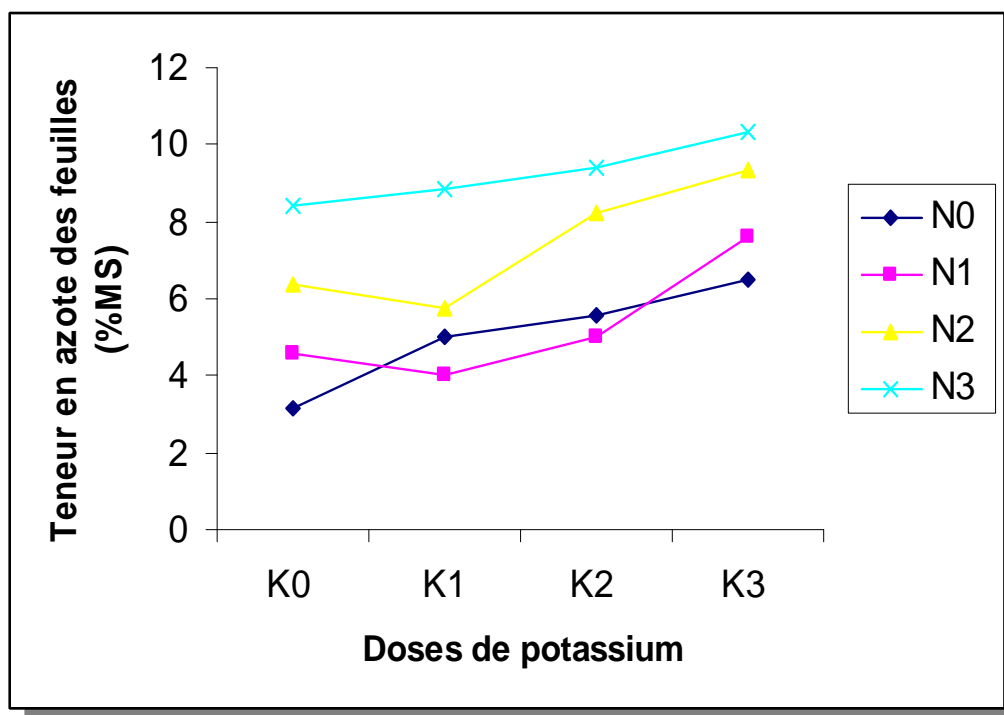


Figure 15: Teneur en azote des feuilles (stade de maturation) en %MS

II.1.2. Evolution de la teneur en azote des feuilles au cours du cycle.

Les résultats de la teneur en azote des feuilles durant le cycle végétatif de la pomme de terre sont présentés dans le tableau 16 et illustrés dans la figure 16.

Tableau 16 : Evolution de la teneur en azote des feuilles

	1 ^{ier} stade	2 ^{ème} stade	3 ^{ème} stade
Teneur en N (ppm)	6,81	6,66	5,82

D'après le tableau 16, on constate une diminution de la teneur en azote des feuilles durant le cycle végétatif. La teneur en azote passe de 6,81 ppm obtenu dans le premier stade (stade de croissance végétatif) à 5,82 ppm obtenu dans le dernier stade (maturation) soit une diminution de l'ordre de 14.53%.

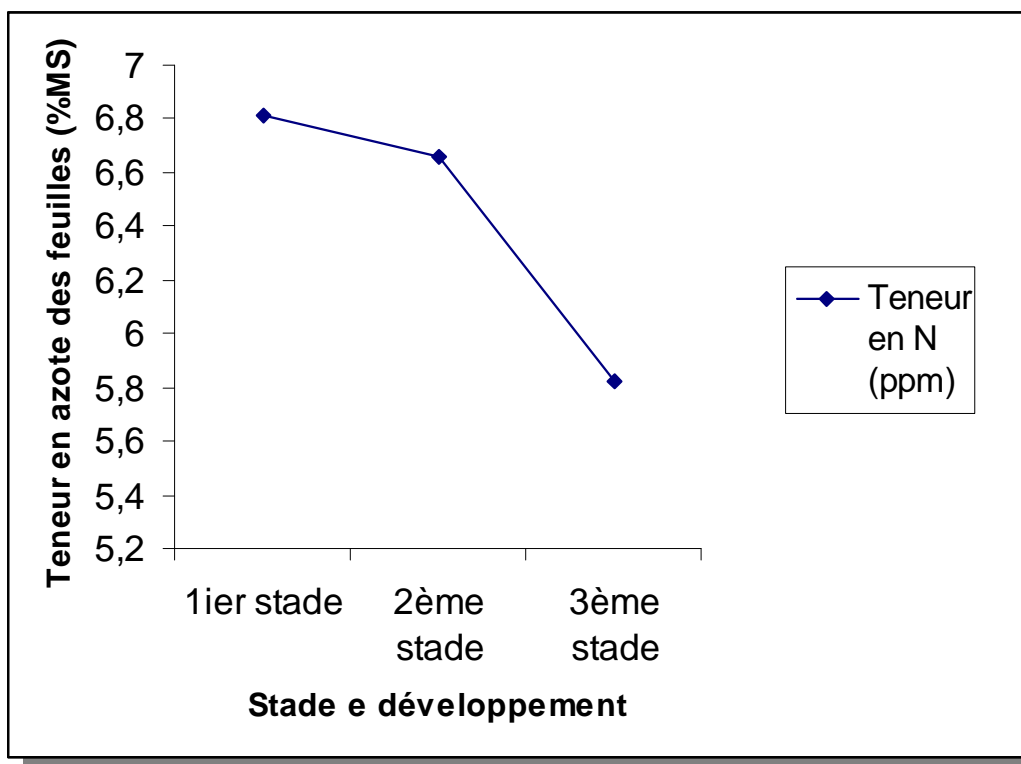


Figure 16 : Teneur en azote des feuilles au cours du cycle en % MS

II.1.3. Teneur en azote des tubercules

L'emploi de fertilisant azoté est nécessaire pour obtenir des rendements suffisants dans la production de la pomme de terre (C.P.V.Q, 1992).

Tableau 17 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur les tubercules (% de la matière sèche)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	1.53	3.36	5.19	5.26	3.83b c	Effet N:H.S
N1	1.60	5.96	6.05	7.09	5.17 b	Effet K:H.S
N2	1.76	6.29	7.12	8.06	5.80 b	Effet NxK: H.S
N3	2.53	7.91	8.30	8.62	6.84a	
Moyenne	1.85d	5.88c	6.66b	7.25a	5.41	

D'après le tableau (17), on constate que la teneur en azote des tubercules est influencée d'une façon hautement significative avec les doses croissantes d'azote. Cette teneur augmente progressivement avec l'augmentation des doses d'azote et passe de:

- 3,83 ppm obtenue avec la dose N0 (sans apport de N).
- 6,84 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha), soit une augmentation de l'ordre 44%.

L'analyse de la variance révèle (03) groupes homogènes à savoir:

- Le groupe (a) est formé par la dose N3 (240 U N/ha).
- Le groupe (b) est formé par les doses N2 (120 U N/ha) et N1 (60 U N/ha).
- Le groupe (c) est formé par la dose N0 (sans apport de N).

La fertilisation potassique influe sur la teneur en azote des tubercules d'une façon aussi hautement significative. Celle-ci passe de:

- 1.85 ppm obtenue avec la dose K0 (sans apport).
- 7,25 ppm obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha).

L'analyse de la variance révèle (04) groupes homogènes à savoir:

- Le groupe (a) renferme la dose K3 (270 U K/ha).
- Le groupe (b) renferme la dose K2 (180 U K/ha).
- Le groupe (c) renferme la dose K1 (90U K/ha).
- Le groupe (d) renferme la dose K0 (sans apport).

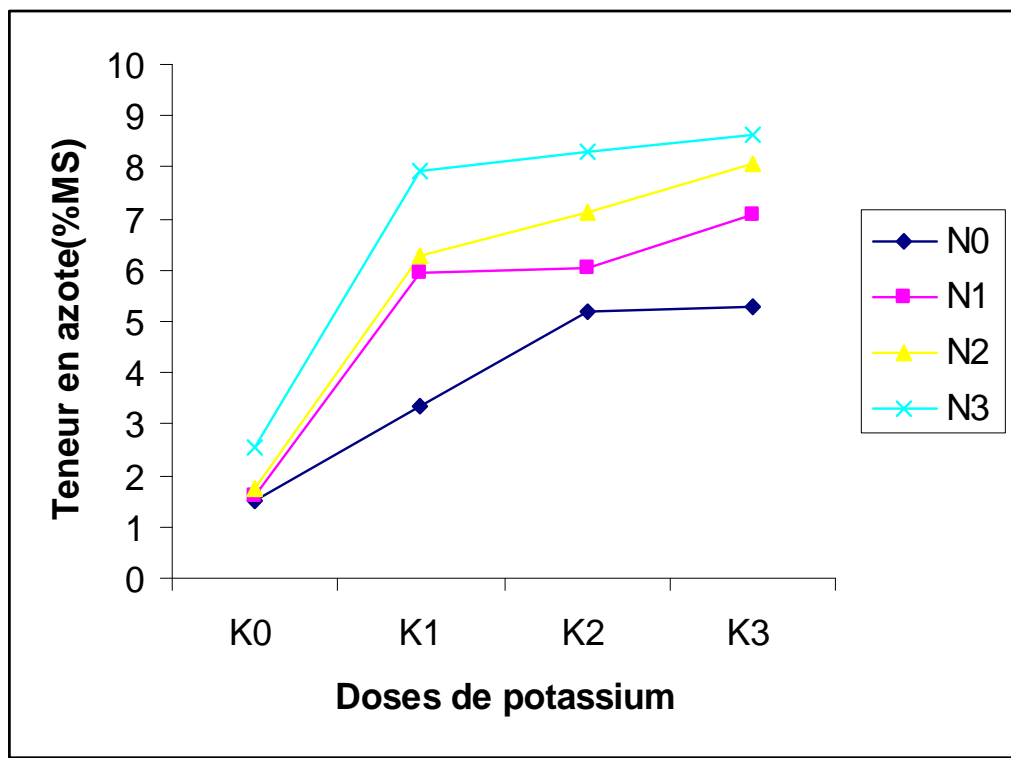


Figure 17: Teneur en azote des tubercules en % MS

II.2. La teneur en potassium de la plante

II.2.1. Teneur en potassium des feuilles

A- Stade de croissance végétative

Les teneurs en potassium des feuilles au stade de croissance végétative, présentent des différences hautement significatives en fonction des doses croissantes de potassium (Tableau 18). Cette teneur en K passe de :

- 3.23 % K obtenue avec le témoin K0 (sans potassium).
- 6.74 % K obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha). Le coefficient de variation est de 10.12 %.

Le test a fait ressortir quatre groupes homogènes (a, b, c et d) présentés par les différentes doses de potassium :

- La dose K3 (270 U K/ha) donne le groupe (a) avec 6.74 % K.
- La dose K2 (180 U K/ha) donne le groupe (b) avec 5.76 % K.

- La dose K1 (90 U K/ha), donne le groupe (c) avec 4.49 % K.
- La dose K0 (sans engrais) donne le groupe (d) avec 3.23 % K.

Tableau 18 : Influence de la fertilisation azotée et potassique sur la teneur en potassium des feuilles au stade de croissance végétative (% de la matière sèche)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	1,69	2,75	2,23	2,00	2.49 d	Effet N : H.S
N1	3,00	3,16	4,00	4,50	3.33 c	Effet K: H.S
N2	4,00	6,50	7,34	8,50	6,58b	Effet NxK: S
N3	4,25	5,55	9,50	10,25	7.67a	
Moyenne	3.23 d	4.49 c	5.76b	6.74a	5.05	

L’analyse de la variance montre aussi un effet hautement significatif des doses d’azote sur la teneur en potassium des feuilles au stade de croissance végétative. Cette teneur passe de:

- 2.49 % N obtenue avec le témoin N0 (sans apport d’azote).
 - 7.67% N obtenu avec le traitement N3 (240 U N/ha), soit un taux d’augmentation de 52.07 %.
- Le coefficient de variation est de 20.85 %

Le test a fait ressortir quatre groupes homogènes (a, b, c et d) présentés par les différentes doses d’azote:

- La dose N3 donne le groupe (a) avec 7.67 % N.
- La dose N2 le groupe (b) avec 6.58% N.
- La dose N1 donne le groupe (c) avec 3.33 % N.
- La dose N0 donne le groupe (d) avec 2.49% N.

L’analyse de la variance (tableau 18) montre une différence significative de la teneur en potassium des feuilles en fonction de l’interaction (NxK), cependant les différentes doses d’azote et de potassium influent significativement sur la teneur en potassium. Ce paramètre varie de la valeur la plus faible de 1.69 % N obtenue avec le traitement N0K0, à la valeur la plus élevée 10.25 % N obtenue avec le traitement N3K3 (figure 18). Soit un taux d’augmentation de 83.51 %. Le coefficient de variation est de 20.85%.

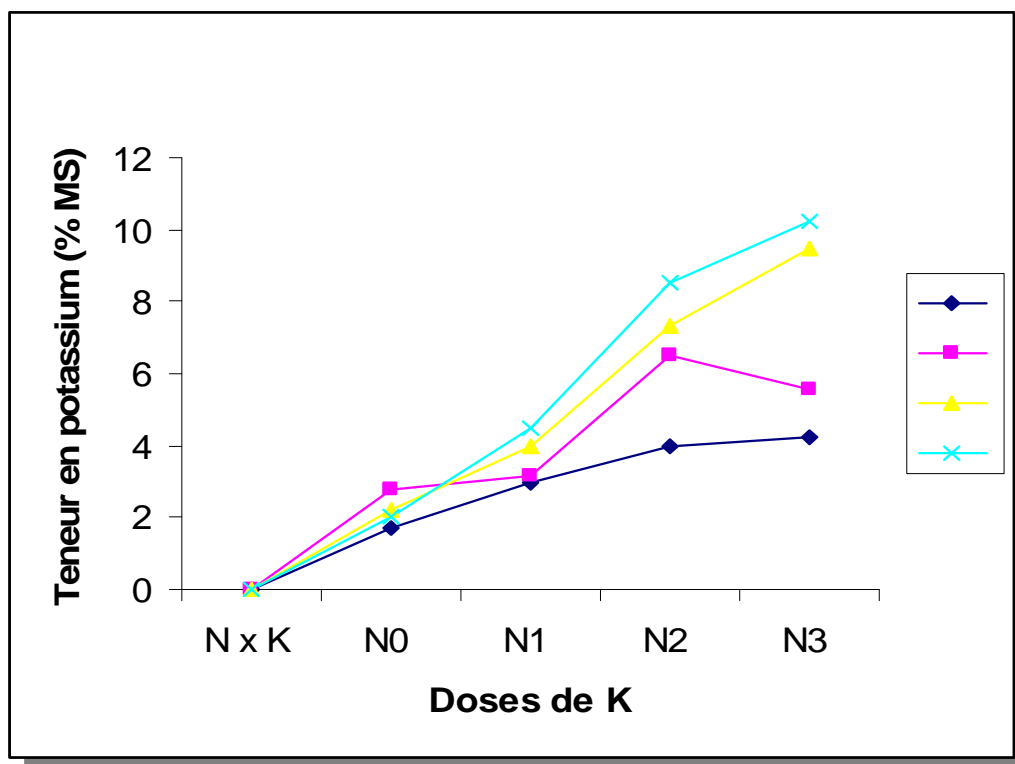


Figure 18 : Teneur en potassium des feuilles au stade de croissance Végétative en % MS

B- Stade de tubérisation

Les résultats de la teneur en potassium des feuilles au stade de tubérisation sont présentés dans le tableau 19 et illustrés dans la figure 19.

Tableau 19: Influence de la fertilisation azotée et potassique sur la teneur en potassium des feuilles (% de la matière sèche) (stade de tubérisation)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	1.90	5.50	7.00	7.50	5.47 c	Effet N: S
N1	3.03	5.28	6.50	7.43	5.56 c	Effet K: H.S
N2	4.00	7.20	7.53	8.21	6.73b	Effet NxK: S
N3	5.55	7.56	8.50	9.40	7.75 a	
Moyenne	3.62 d	6.38 c	7.38 b	8.13 a	6.37	

D'après le tableau 19, on observe que l'effet du potassium est hautement significatif, l'apport de potassium améliore la teneur en K des feuilles au stade de tubérisation. Cette teneur passe de :

- 3,62% K obtenue avec la dose K0 (Sans apport).
 - 8,13% K obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha), soit une augmentation de l'ordre de 55.47%.
- Les autres doses K1, K2 présentent 6,38% K et 7,38% K.

L'analyse de la variance révèle (04) groupes homogènes (a, b, c et d) à savoir:

- le groupe (a) représenté par La dose K3 (270 U K/ha).
- Le groupe (b) représenté par la dose K2 (180 U K/ha).
- Le groupe (c) représenté par la dose K1 (90 U K/ha).
- Le groupe (d) représenté par la dose K0 (sans apport de K).

Les doses d'azote ont une action significative sur le paramètre étudié. La teneur en N passe de 5,47% obtenue avec la dose N0 (Sans apport de N) à 7,75% obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha), soit une augmentation de l'ordre de 29.41%.

Les groupes homogènes (a, b et c) représentent les doses: N3 (240 U N/ha), N2 (120 U N/ha), N1 (60 U N/ha) et N0 (sans apport de N).

En ce qui concerne l'interaction (NxK), les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence significative sur la teneur en potassium des feuilles. Cette dernière montre la teneur la plus élevée de 9,40% K avec le traitement N3K3, la teneur la plus faible est de 1.90% K avec le traitement N0K0.

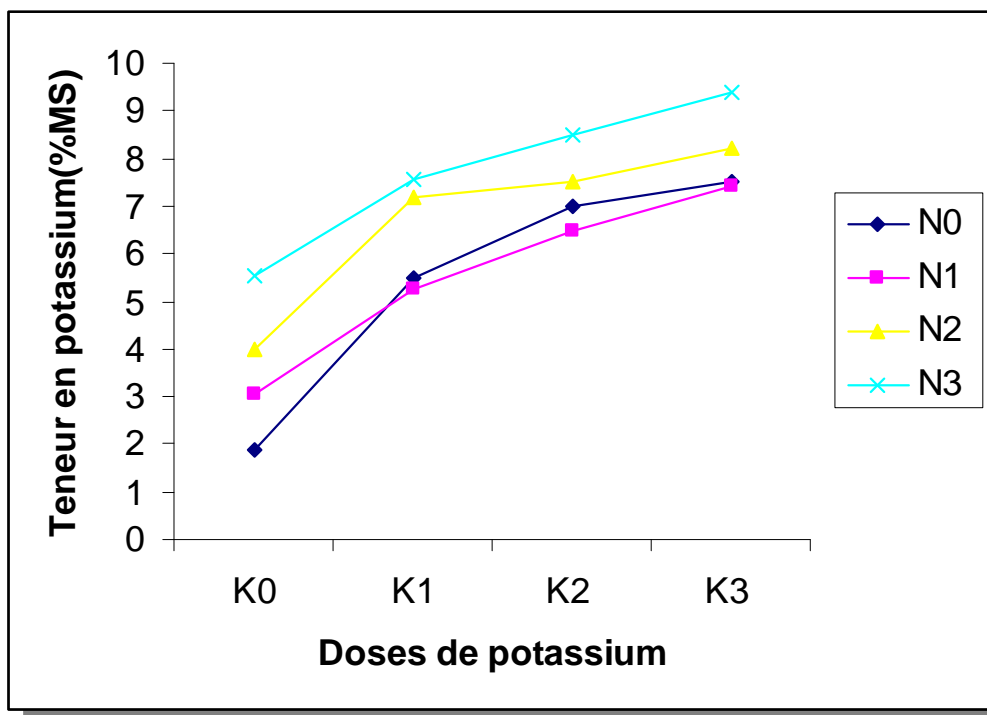


Figure 19: Teneur en potassium des feuilles au stade de tubérisation en % MS

C- Stade de maturation

Les résultats de la teneur en potassium des feuilles au stade maturation sont présentés dans le tableau 20 et illustrés dans la figure 20.

Tableau 20 : Influence de la fertilisation azotée et potassique sur la teneur en potassium des feuilles (% de la matière sèche) (stade de maturation)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	1.25	2.30	5.64	7.00	4.04c	Effet N : H.S
N1	2.50	3.72	4.98	8.37	4.89c	Effet K: H.S
N2	2.00	5.50	8.73	9.38	6.40b	Effet NxK:S
N3	3.18	6.00	9.50	10.00	7.17a	
Moyenne	2.23d	4.38c	7.21 b	8.68 a	5,62	

La teneur en potassium des feuilles au stade maturation varie de façon hautement significative en fonction des doses croissantes de potassium. Cette teneur passe de:

-2.23% K obtenue avec la dose K0 (0 U K/ha).

- 8,68% K obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha), soit une augmentation de l'ordre de 66.61%, les autres doses K1 (90 U K/ha), K2 (180 U K/ha) sont 4,38%, 7,21%. Le coefficient de variation est de 15.93 %.

La comparaison des moyennes a mis en évidence quatre groupes homogènes (a, b, c et d) obtenus respectivement avec les doses K3, K2, K1 et K0. **LOUE (1982)** confirme que la fertilisation potassique a une action positive sur la teneur en potassium dans la plante et l'évolution de cette teneur est liée avec l'augmentation des doses apportées.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'azote a influencé de façon hautement significative sur la teneur en potassium des feuilles, celle-ci passe de:

- 4,04% obtenue avec la dose N0 (sans apport de N).

-7,17% obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha).

En ce qui concerne l'interaction (NxK), les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence significative sur la teneur en K des feuilles. La teneur la plus élevée est 10,00 % obtenue au niveau du traitement N3K3, par contre la valeur la plus faible est 1.25 % obtenue au niveau du traitement N0K0.

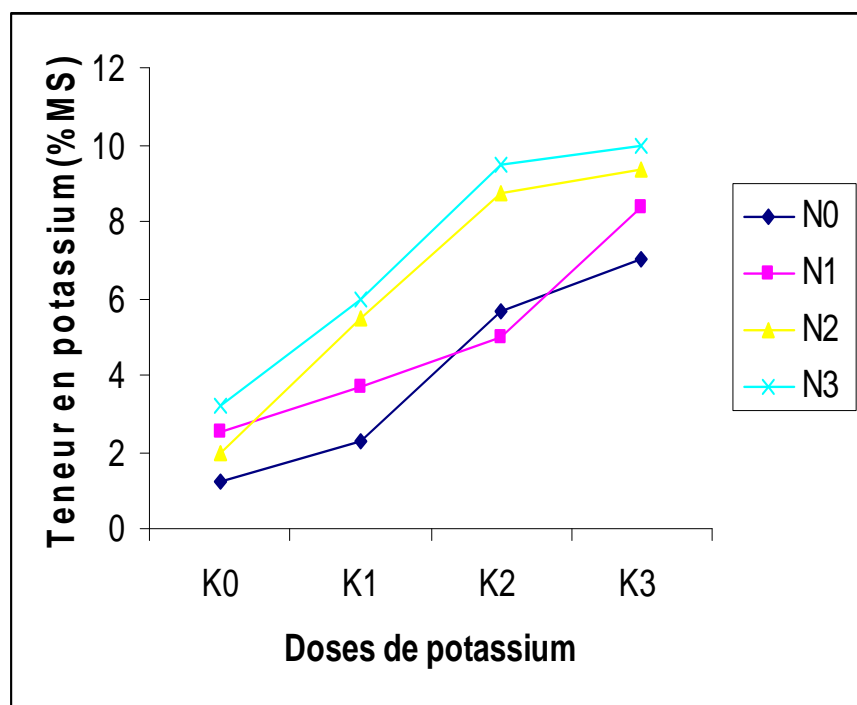


Figure 20: Teneur en potassium des feuilles au stade de maturation en %MS

II.2.2. Teneur en potassium des tubercules.

L'analyse de la variance (tableau 21) montre un effet hautement significatif des doses de potassium sur la teneur en K des tubercules. Celle-ci passe de :

- 1,95 % K obtenue avec la dose K0.
- 3,24 % K obtenue avec la dose K1.
- 6,61 % K obtenue avec la dose K2 à 7,56 % K obtenue avec la dose K3. Avec un taux d'augmentation de 74.20%.

Tableau 21 : Influence de la fertilisation azotée et potassique sur la teneur en potassium des tubercules (% de la matière sèche)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	1.00	2.00	5.23	5.50	3.43 d	Effet N : H.S
N1	1.33	2.86	6.20	7.16	4.38 c	Effet K:H.S
N2	2.00	3.50	7.03	8.09	5.15b	Effet NxK: S
N3	3.50	4.63	8.00	9,50	6.40a	
Moyenne	1.95 d	3.24c	6.61 b	7.56 a	4.84	

Le test a fait ressortir quatre groupes homogènes :

- Le premier groupe (a) est formé par la dose K3 (270 U K/ha).
- Le deuxième groupe (b) est formé par la dose K2 (180 U K/ha).
- Le troisième groupe (c) est formé par la dose K1 (90 U K /ha).
- Le quatrième groupe (d) est formé par la dose K0 (0 UK /ha). Le coefficient de variation est de 8.81 %.

La teneur en potassium des tubercules est fortement améliorée par l'augmentation des doses d'azote et présente un effet hautement significatif. Cette teneur passe de :

- 3,43% K obtenue avec le témoin N0.
 - 6,40 % K obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha). Avec un taux d'augmentation de 46.40%.
- Le coefficient de variation est de 12.28 %.

Le test a fait ressortir quatre groupes homogènes:

- Le groupe (a) est formé par la dose N3 (240 U N/ha).
- Le groupe (b) est formé par la dose N2 (120 U N/ha).
- Le groupe (c) est formé par la dose N1 (60 U N/ha).
- Le groupe (d) est formé par la dose N0 (0U N/ha).

Aussi l'analyse de la variance montre un effet significatif enregistré au niveau de l'interaction (NxK) sur la teneur en potassium des tubercules. Cette teneur augmente avec les doses croissantes d'azote et de potassium. Celle-ci passe de 1,00% K enregistré avec le traitement NOK0 à 9,50 % K obtenue par le traitement N3K3 (tableau 21).

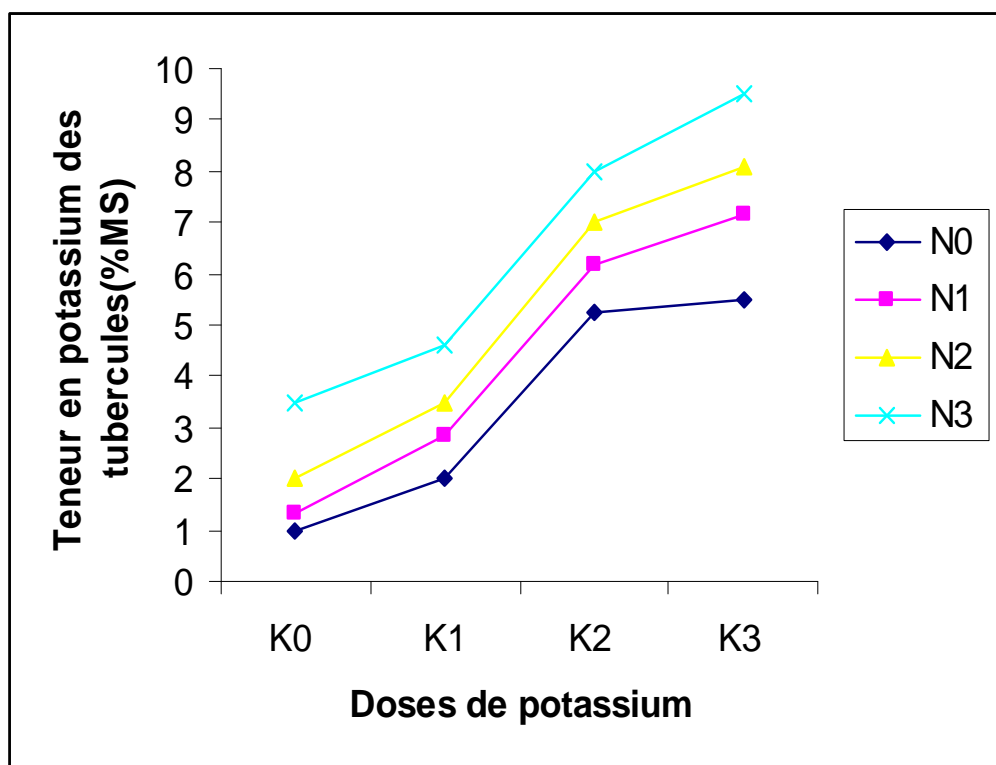


Figure 21: Teneur en potassium des tubercules en % MS

II.2.3. Evolution de la teneur en potassium des feuilles au cours du cycle

Les résultats de la teneur en potassium des feuilles au cours du cycle végétatif sont présentés dans le tableau 22 et illustrés dans la figure 22.

Tableau 22 : Evolution de la teneur en potassium des feuilles

	1^{ier} stade	2^{ème} stade	3^{ème} stade
Teneur en K (ppm)	5,05	6,37	5,62

D'après le tableau 22, on remarque une augmentation de la teneur en potassium des feuilles dès le premier stade avec une teneur de 5,05 ppm jusqu'au le deuxième stade avec une teneur de 6,37 ppm soit une augmentation de l'ordre de 20.72%. Puis une diminution de cette teneur dès le stade de tubérisation jusqu'au le stade de maturation avec une teneur de 5,62 ppm soit une diminution de l'ordre de 12%.

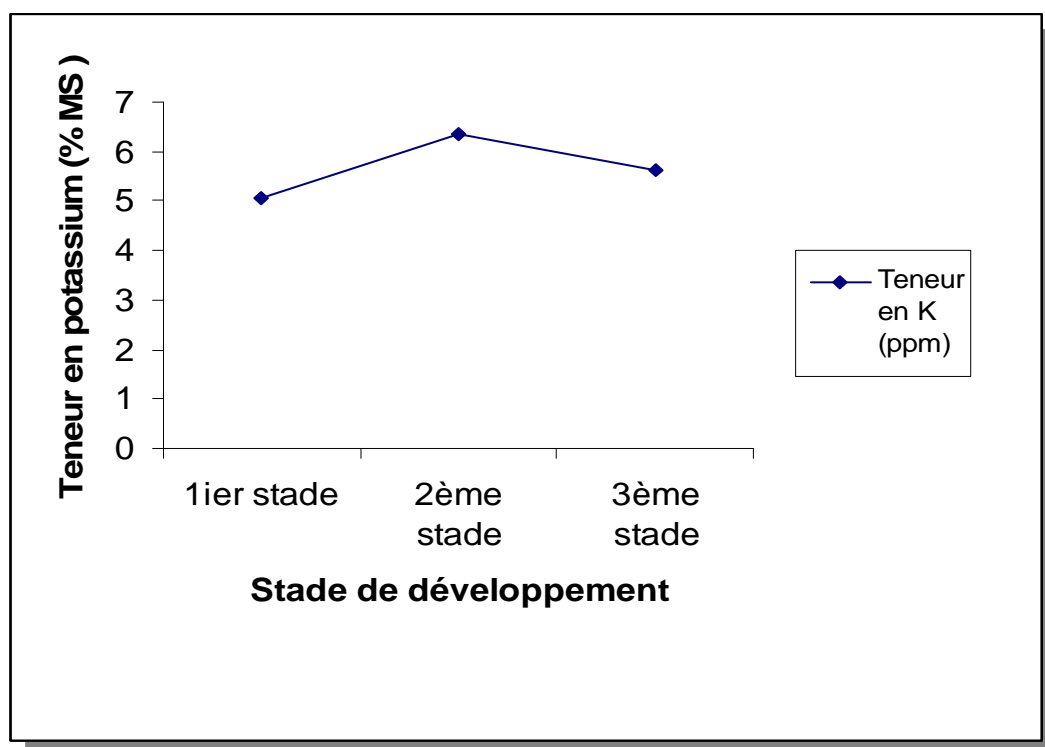


Figure 22: Evolution de la teneur en potassium des feuilles durant le cycle végétatif du pomme de terre.

III. Alimentation azotée et potassique du sol**III.1. La teneur en azote du sol****III.1.1. La teneur en azote du sol aux différents stades de développement****A. Stade de croissance végétative**

Les résultats de la teneur en azote du sol au stade de croissance végétative sont présentés dans le tableau 23 et illustrés dans la figure 23.

Tableau 23 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol au stade de croissance végétative (ppm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	92.75	119.00	143.50	198.62	138.46c	Effet N:H.S
N1	102.37	125.12	156.62	202.12	146.56b	Effet K: H.S
N2	104.12	127.75	160.12	193.37	147.65b	Effet NxK: S
N3	116.37	138.25	179.37	206.50	156.84a	
Moyenne	103.90d	127.53c	159.90b	200.15a	147.87	

L'analyse de la variance (tableau 23) montre un effet hautement significatif de l'azote sur la teneur en azote assimilable du sol au stade de croissance végétative. Cette teneur passe de :

- 138.46 ppm obtenue avec la dose N0 (sans engrais).
- 156.84 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha). Les autres doses ont enregistrées respectivement les teneurs suivantes N1 avec 146.56 ppm et N2 avec 147.65 ppm .Le coefficient de variation est de 5.94 %.

Le test a fait ressortir trois groupes homogènes (a, b et c) pour les différentes doses d'engrais azoté :

- La dose N3 (240 U N/ha) représente le groupe (a).
- La dose N2 (120 N U/ha) et N1 (60 U N/ha) représentent le groupe (b).
- la dose N0 (sans engrais) représente le groupe (c).

Aussi l'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif de la fertilisation potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol, celle-ci passe de :

- 103.90 ppm obtenue avec le témoin K0 (sans potasse)
- 200.15 ppm obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha).

L'interaction (NxK) montre une différence significative sur la teneur en azote assimilable dans le sol. Cependant les différentes doses d'azote et de potassium influent hautement significativement sur la teneur en azote assimilable du sol. Ce paramètre est varié de la valeur la plus faible de 92.75 ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N0K0, à la valeur la plus élevée de 206.50 ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N3K3 (figure 23).

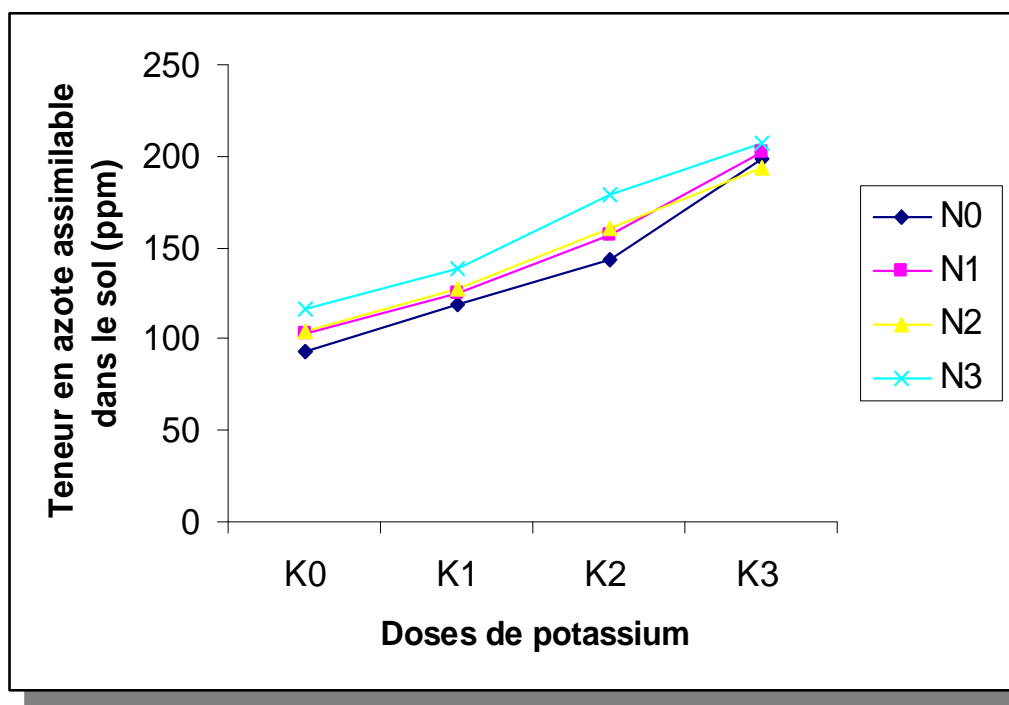


Figure 23 : Teneur en azote assimilable dans le sol au stade de croissance végétative (ppm)

B. Stade de tubérisation

Les résultats de la teneur en azote du sol au stade tubérisation sont présentés dans le tableau 24 et illustrés dans la figure 24.

Tableau 24 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol au stade de tubérisation (ppm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	67.37	91.00	133.87	161.87	113.53b	Effet N:H.S
N1	81.37	111.12	137.37	169.75	124.90ab	Effet K:H.S
N2	85.75	114.25	156.62	182.12	130.84a	Effet NxK:S
N3	79.62	117.62	147.00	188.12	136.93a	
Moyenne	78.53d	108.50c	143.71b	175.46a	126.55	

L'analyse de la variance (tableau 24) montre un effet hautement significatif de la dose d'azote sur la teneur en azote assimilable du sol au stade de tubérisation. Cette teneur passe de :

-113.53 ppm obtenue avec la dose N0 (sans apport).

- 136.93 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha). Les autres doses ont enregistrées respectivement les teneurs suivantes N1 avec de 124.90 ppm et N2 avec de 130.84 ppm. Le coefficient de variation est de 9.27 %.

Le test a fait ressortir trois groupes homogènes (a, ab et b) à savoir:

-La dose N3 (240 U N/ha) et N2 (120 U N/ha) représente le groupe (a).

-La dose N1 (60 U N/ha) représente le groupe (ab).

-la dose N0 représente le groupe (b).

Aussi l'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif de la fertilisation potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol, celle-ci passe de :

-78.53 ppm obtenue avec le témoin K0 (sans apport de K).

-175.46 ppm obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha).

L'effet de potassium révèle quatre groupes homogène (a, b, c et d) à savoir :

- La dose K3 (270 U K/ha) qui représente le groupe (a) avec 175.46 ppm.
- La dose K2 (180 U K/ha) qui représente le groupe (b) avec 143.71 ppm.
- La dose K1 (90 U K/ha) qui représente le groupe (c) avec 108.50 ppm
- La dose K0 (0 U K/ha) qui représente le groupe (d) avec 78.53 ppm.

L'interaction (NxK) montre une différence significative sur la teneur en azote assimilable dans le sol. Cependant les différentes doses d'azote et de potassium influent hautement significativement sur la teneur en azote assimilable du sol. Ce paramètre varie de la valeur la plus faible de 67.37 ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N0K0, à la valeur la plus élevée de 188.12 ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N3K3 (figure 24).

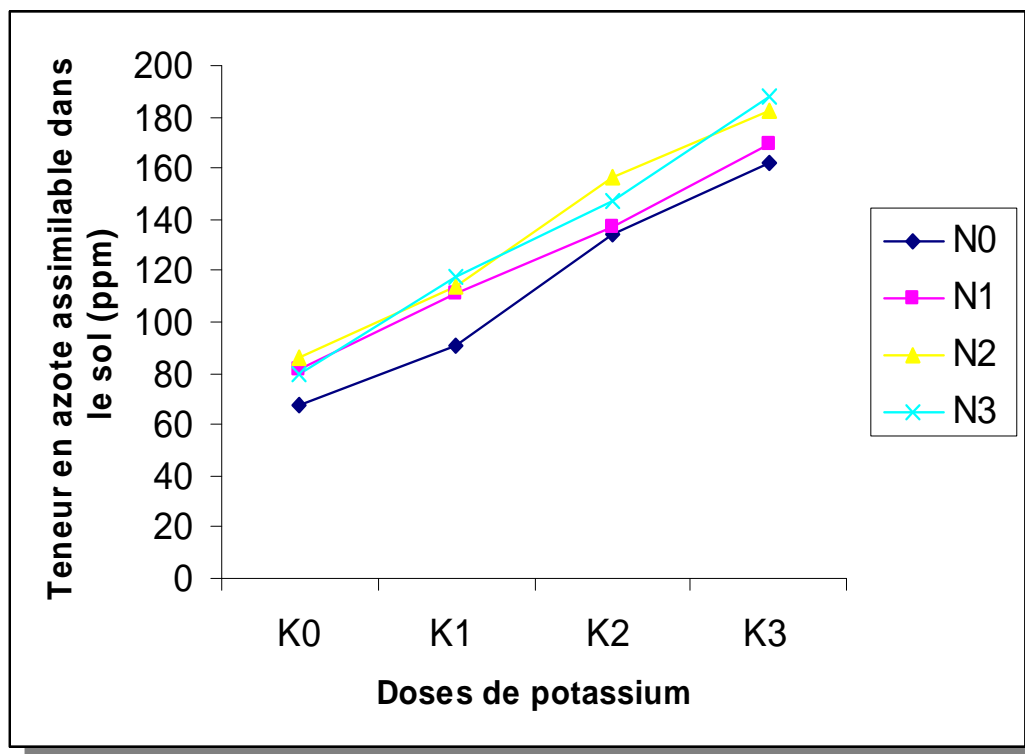


Figure 24 : Teneur en azote assimilable dans le sol au stade de tubérisation (ppm)

C. Stade de maturation

Les résultats de la teneur en azote du sol au stade maturation sont présentés dans le tableau 25 et illustrés dans la figure 25.

Tableau 25 : Effet de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en azote assimilable dans le sol au stade maturation (ppm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	42.87	74.37	100.62	147.87	91.43b	Effet N:H.S
N1	42.00	76.12	104.12	153.12	93.84b	Effet K:H.S
N2	44.62	89.25	122.50	147.00	103.03a	Effet NxK:S
N3	49.00	95.37	120.75	168.87	106.31a	
Moyenne	44.62d	83.78c	112.00b	154.21a	98.65	

L'analyse de la variance (tableau 25) montre un effet hautement significatif de l'azote sur la teneur en azote assimilable du sol au stade maturation. Celle-ci passe de:

- 91.43 ppm obtenue avec la dose N0.
- 93.84 ppm obtenue avec la dose N1.
- 103.03 ppm obtenue avec la dose N2.
- 106.31 ppm obtenue avec la dose N3. Le coefficient de variation est de 5.91 %.

Le test a fait ressortir deux groupes homogènes:

- Le premier groupe (a) est formé par les doses N2 (120 U N/ha) et N3 (240 U N/ha).
- Le deuxième groupe (b) est formé par les doses N0 (sans apport) et N1 (60 U N/ha).

Plusieurs études ont été axées sur l'effet de la fertilisation azotée sur l'évolution de la teneur en azote assimilables (**MEKLIICHE, 1983 et BENDJAMA, 1984**). Ces travaux montrent que tout apport d'azote entraîne une augmentation de la teneur en azote assimilable dans le sol.

L'apport d'engrais ammoniacaux augmente temporairement les concentrations en ammonium dans le sol (**STEVENSON, 1986**).

La teneur en azote assimilable du sol, varie de façon hautement significative sous l'effet des doses de potassium apportées (tableau 25). Cette teneur passe de la valeur la plus faible 44.62 ppm obtenue avec le témoin K0 à la valeur la plus élevée 154.21 ppm avec le traitement K3 (270 U K/ha). Le coefficient de variation est de 6.87 %.

L'analyse de la variance (tableau 25) montre une différence significative entre les traitements en fonction de l'interaction (NxK). Ce paramètre varie de la valeur la plus faible de 42.00 ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N1K0 à la valeur la plus élevée de 168.87 ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N3K3 (figure 25).

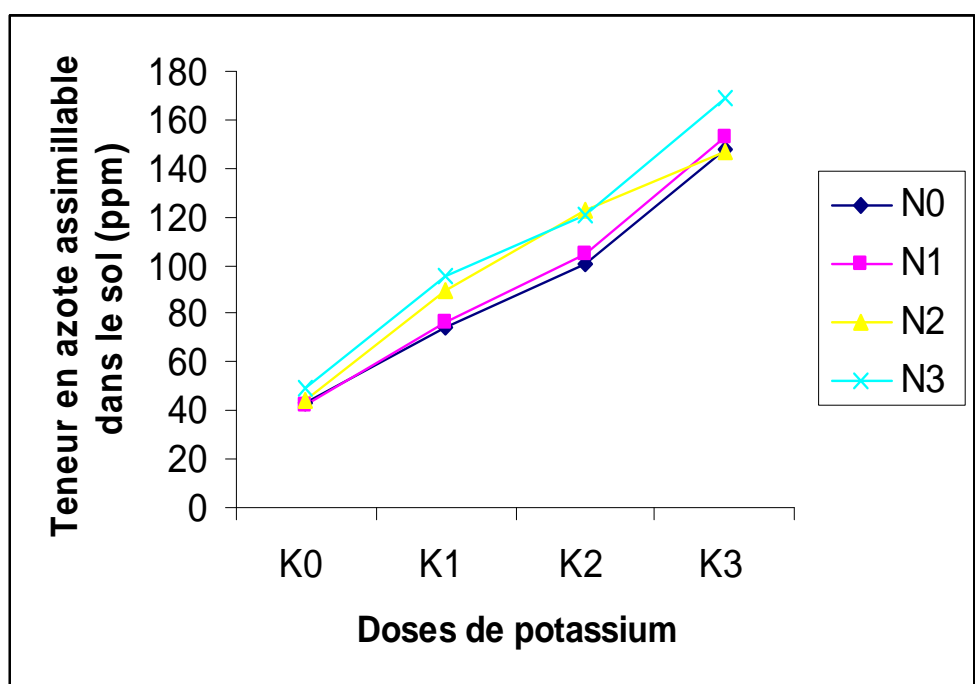


Figure 25 : Teneur en azote assimilable dans le sol au stade maturation

III.1.2. Evolution de la teneur en azote assimilable (ppm) du sol au cours du cycle

Les résultats de la teneur en azote assimilable du sol au cours du cycle végétatif sont présentés dans le tableau 26 et illustrés dans la figure 26.

Tableau 26 : Evolution de la teneur en azote assimilable du sol.

	1 ^{er} stade	2 ^{ème} stade	3 ^{ème} stade
Teneur en K (ppm)	147,7	126,55	98,65

D'après le tableau (26), on constate une diminution de la teneur en azote assimilable du sol durant le cycle végétatif. La teneur en azote passe de :

- 147.87 ppm obtenue dans le premier stade (stade de croissance végétatif)
- 98.65 ppm obtenue dans le dernier stade (maturation) soit une diminution de l'ordre de 33.20%.

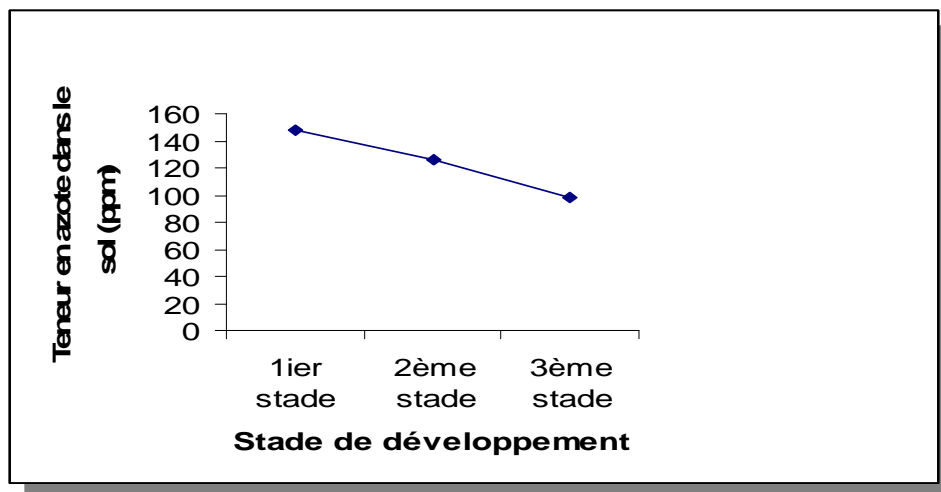


Figure 26: Evolution de la teneur en azote assimilable (ppm) du sol au cours du cycle

III.2. La teneur en potassium du sol.

III.2.1. Teneur en potassium du sol aux différents stades de développement

A. Stade de croissance végétative.

Les résultats de la teneur en potassium du sol au stade de croissance végétative sont présentés dans le tableau 27 et illustrés dans la figure 27.

Tableau 27: Influence de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium dans le sol stade de croissance végétative (ppm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	12.50	12.00	14.50	23.50	15.62c	Effet N:H.S
N1	11.90	13.95	15.70	23.25	16.20b	Effet K:H.S
N2	14.20	12.42	16.00	25.40	17.01ab	Effet NxK:S
N3	15.42	14.50	15.90	25.42	17.80a	
Moyenne	13.50c	13.21c	15.52b	24.39a	16.65	

L'analyse de la variance (tableau 27) montre un effet hautement significatif de l'azote sur la teneur en potassium assimilable (ppm) dans le sol au stade de croissance végétative. Cette teneur passe de:

- 15.62 ppm obtenue avec le témoin N0 (0 U N/ha).
- 17.80 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha). Les autres doses ont enregistrées respectivement les teneurs suivantes :
- N1 (60 U N/ha) avec 16.20 ppm et N2 (120 U N/ha) avec 17.01 ppm. Le coefficient de variation est de 8.14 %.

Le test a fait ressortir quatre groupes homogènes (a, ab, b, c) pour les différentes doses d'engrais azoté :

- La dose N3 (240 U N/ha) donne le groupe (a).
- La dose N2 (120 U N/ha) représente le groupe (ab)
- La dose N1 (60 U N/ha) donne le groupe (b)
- La dose N0 donne le groupe (c).

Aussi l'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif de la fertilisation potassique sur la teneur en potassium soluble (ppm) dans le sol. Celle-ci passe de:

- 13.50 ppm en potassium obtenue avec le témoin K0 (sans apport de K)
- 24.39 ppm en potassium obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha), (figure 27)

L'effet de potassium révèle trois groupes homogènes (a, b et c) présentés par les différentes doses de potassium :

- La dose K3 (270 U K/ha) représente le groupe (a).
- La dose K2 (180 U K/ha) représente le groupe (b) .
- Les doses K1 (90 U K/ha) et K0 représente le groupe (c) .

L'analyse de la variance montre un effet significatif enregistré par de l'interaction (NxK) sur la teneur en potassium du sol au stade de croissance végétative. Cette teneur augmente avec les doses croissantes d'azote et de potassium. Celle-ci passe de 11.90 ppm enregistrée avec le traitement N1K0 à 25.42 ppm obtenue avec le traitement N3K3 (tableau 27).

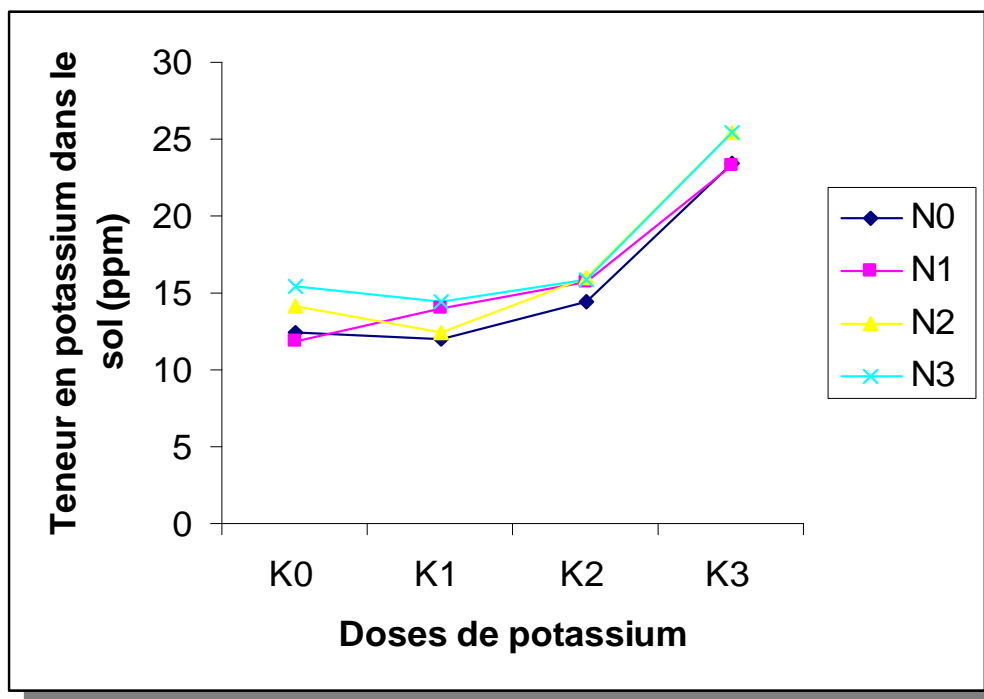


Figure 27: Teneur en potassium (ppm) dans le sol au stade de croissance végétative

B. Stade de tubérisation.

Les résultats de la teneur en potassium du sol au stade tubérisation sont présentés dans le tableau 28 et illustrés dans la figure 28.

Tableau 28 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium dans le sol stade de tubérisation (ppm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	13.30	13.15	15.52	23.20	15.95c	Effet N: S
N1	13.90	13.87	16.75	24.25	16.43bc	Effet K:H.S
N2	14.47	13.62	16.57	24.57	17.06b	Effet NxK:S
N3	1.27	14.17	17.87	24.72	19.36a	
Moyenne	14.23c	13.70c	16.68b	24.18a	17.19	

L'analyse de la variance (tableau 28) montre un effet significatif de l'azote sur la teneur en potassium assimilable (ppm) dans le sol au stade de tubérisation. Cette teneur passe de:

- 15.95 ppm obtenue avec le témoin N0 (0 U N/ha).
- 19.36 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha). Les autres doses ont enregistré respectivement les teneurs suivantes :
- N1 avec 16.43 ppm et N2 avec 17.06 ppm. Le coefficient de variation est de 5.42 %

Le test a fait ressortir quatre groupes homogènes (a, b, bc et c) à savoir:

- La dose N3 (240 U N/ha) représente le groupe (a).
- La dose N2 (120 U N/ha) représente le groupe (b).
- La dose N1 (60 U N/ha) représente le groupe (bc).
- La dose N0 (0 U N/ha) représente le groupe (c).

Aussi l'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif de la fertilisation potassique sur la teneur en potassium assimilable (ppm) dans le sol, celle-ci passe de :

- 14.23 ppm de potassium obtenue avec le témoin K0 (0 U K/ha).
- 24.18 ppm de potassium obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha) .Le coefficient de variation est de 9.20 %.

L'effet de la fertilisation potassique a révélé trois groupes homogènes (a, b et c) représentés par les différentes doses de potassium :

- La dose K3 (270 U K/ha) représente le groupe (a)
- La dose K2 (180 U K/ha) représente le groupe (b)
- La dose K1 (90 U K/ha) et le témoin K0 représente le groupe (c).

L'interaction (NxK) montre une différence significative sur la teneur en potassium assimilable (ppm) dans le sol. Cependant les différentes doses d'azote et de potassium influent significativement sur la teneur en potassium dans le sol. Ce paramètre varie de la valeur la plus faible de 13.15ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N0K1, et la valeur la plus élevée de 24.72 ppm d'azote assimilable obtenue avec le traitement N3K3 (figure 28).

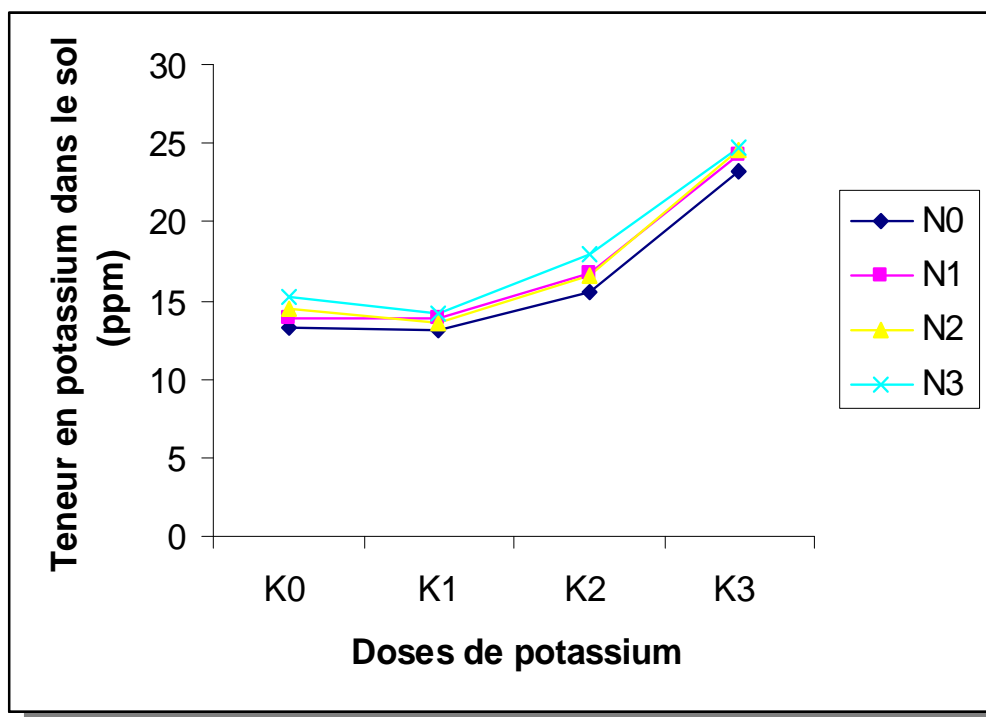


Figure 28 : Teneur en potassium (ppm) dans le sol au stade de tubérisation

C. Stade de maturation.

Les résultats de la teneur en potassium du sol au stade maturation sont présentés dans le tableau 29 et illustrés dans la figure 29.

Tableau 29 : Influence de la fertilisation azotée potassique sur la teneur en potassium dans le sol stade de maturation (ppm)

N x K	K0	K1	K2	K3	Moyenne	Signification
N0	12.55	13.10	14.95	25.22	16.45b	Effet N: H.S
N1	13.30	13.25	14.72	24.80	16.51b	Effet K:H.S
N2	14.50	14.62	16.07	25.60	17.18ab	Effet NxK:S
N3	13.87	13.87	15.37	25.87	17.76a	
Moyenne	13.55c	13.71c	15.28b	25.37a	16.97	

L'analyse de la variance (tableau 29) montre un effet hautement significatif de l'azote sur la teneur en potassium dans le sol au stade maturation. Cette teneur passe de :

- 16.45 ppm obtenue avec la dose N0 (sans engrais).
- 17.76 ppm obtenue avec la dose N3 (240 U N/ha). Les autres doses ont enregistrées respectivement les teneurs suivantes:
- N1 avec 16.51 ppm et N2 avec 17.18 ppm. Le coefficient de variation est de 4.64 %.

Le test a fait ressortir trois groupes homogènes (a, b et ab) pour les doses d'engrais azoté:

- La dose N3 (240 U N/ha) représente le groupe (a).
- La dose N2 (120 U N/ha) représente le groupe (ab).
- la dose N1 (60 U N/ha) et N0 représentent le groupe (b).

Aussi l'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif de la fertilisation potassique sur la teneur en potassium dans le sol. Celle-ci passe de:

- 13.55 ppm de potassium obtenue avec le témoin K0 (sans potasse).
- 25.37 ppm de potassium obtenue avec la dose K3 (270 U K/ha). Le coefficient de variation est de 10.12 %.

L'effet de la fertilisation potassique a révélé trois groupes homogènes (a, b et c) représentés par les différentes doses de potassium

- La dose K3 (270 U K/ha) représente le groupe (a).
- La dose K2 (180 U K/ha) représente le groupe (b).
- La dose K1 (90 U K/ha) et K0 (sans engrais) représentent le groupe (c).

L'interaction (NxK) montre une différence significative sur la teneur en potassium dans le sol. Cependant les différentes doses d'azote et de potassium influent hautement significative sur la teneur en potassium du sol. Ce paramètre varie de la valeur la plus faible de 12.55 ppm obtenue avec le traitement N0K0, et la valeur la plus élevée de 25.87 ppm obtenue avec le traitement N3K3 (figure29).

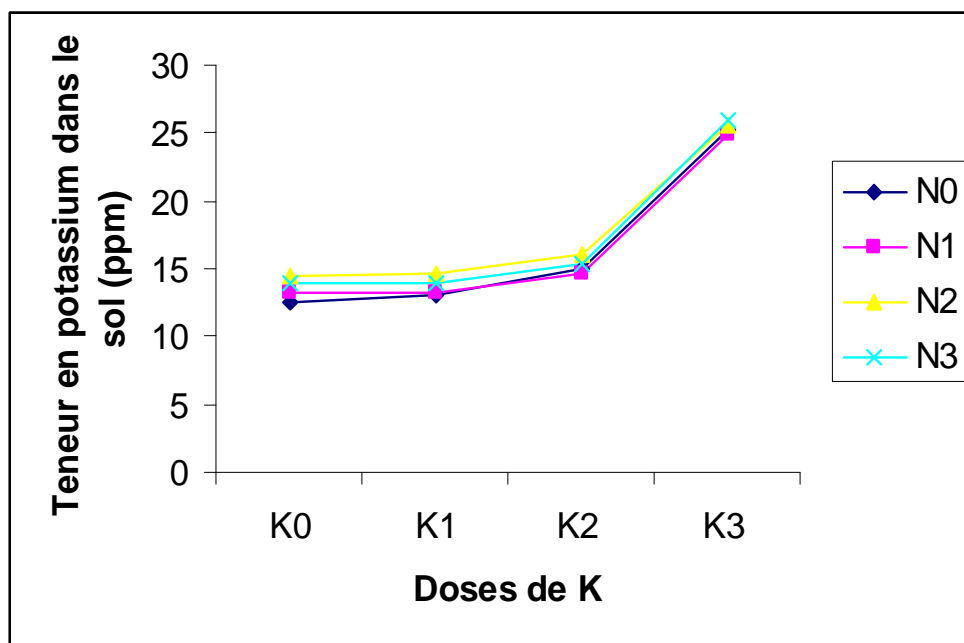


Figure 29: Teneur en potassium (ppm) dans le sol au stade de maturation

III.2.2. Evolution de la teneur en potassium (ppm) du sol au cours du cycle

Les résultats de la teneur en potassium du sol au cours du cycle végétatif sont présentés dans le tableau 30 et illustrés dans la figure 30.

Tableau 30 : Evolution de la teneur en potassium du sol.

	1 ^{er} stade	2 ^{ème} stade	3 ^{ème} stade
Teneur en K (ppm)	16,65	17,19	16,97

D'après le tableau (30), on remarque une augmentation de la teneur en potassium du sol dès le premier stade avec une teneur de 16.65 ppm jusqu'au le deuxième stade avec une teneur de 17.19 ppm soit une augmentation de l'ordre de 3.14%. Puis une diminution de cette teneur jusqu'au le stade de maturation avec une teneur de 16.97 ppm soit une diminution de l'ordre de 1.27%.

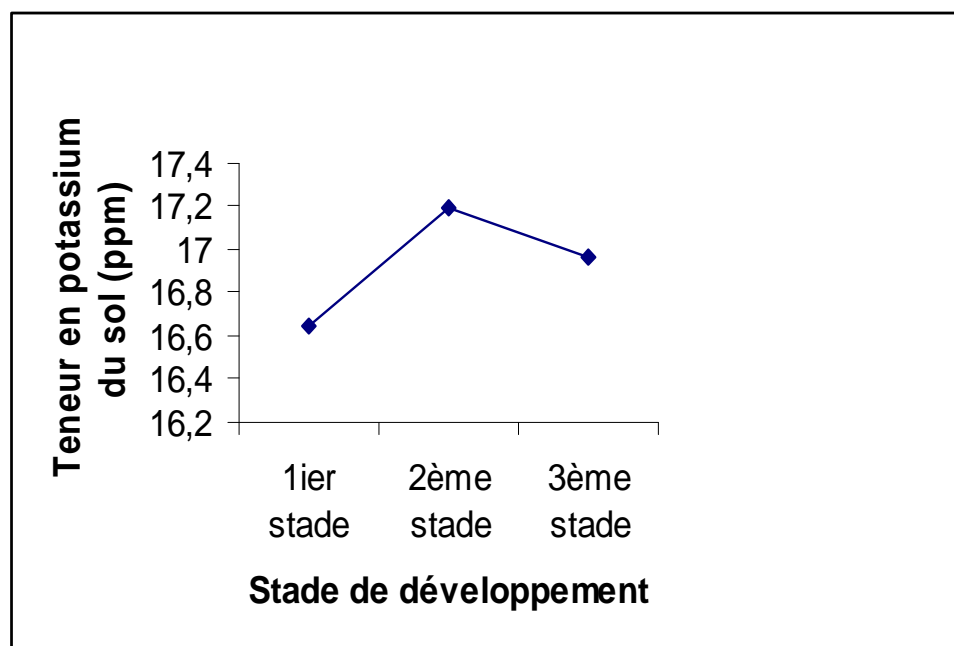


Figure 30 : Evolution de la teneur en potassium (ppm) du sol au cours du cycle

Conclusion générale

Conclusion générale

A la lumière de la fertilisation minérale qui est considérée comme l'une des solutions d'enrichissement du réservoir nutritif de la plante, pour objectif d'arriver à un rendement acceptable quantitativement et qualitativement pour ce la, il est nécessaire de raisonner les apports des engrais minéraux pour l'amélioration de production.

A travers ce travail nous avons étudié le comportement et la production d'une variété de pomme de terre "FLORICE" en réponse à la fertilisation azotée - potassique. Le but de cette étude a été axé sur l'influence des différentes doses d'azote et de potassium ainsi que leur interaction sur l'évolution de la teneur en azote et en potassium dans la plante et dans le sol.

1-Paramètres de croissance

*D'une manière générale, la culture de pomme de terre a réagi favorablement à un apport d'azote et de potassium par une amélioration de comportement.

*Les analyses statistiques montrent une différence significative des doses de croissance de potassium et de l'interaction (N x K) sur les paramètres de mesures au moment de la croissance végétative (nombre de tiges/plant, nombre de feuilles/plant et la longueur de tige/plant).

*Durant cet essai, il a été enregistré que l'effet des apports d'engrais azoté et potassique ainsi que leur interaction (N x K) sur le comportement de la plante au moment de tubérisation est positif (poids spécifique des tubercules, diamètre des tubercules et le rendement),

-Le poids des tubercules on observe une augmentation avec les doses N3etK3. Le meilleur poids spécifique des tubercules est de 365.00g, obtenu avec le traitement N3K3. (240 unités d'azote/ha et 270 unités de potassium/ ha).

-Le diamètre des tubercules, on a enregistré une augmentation avec les doses N3 et K3, et le diamètre le plus important est de 8.50 cm obtenu avec le traitement N3 K3 (240 unités d'azote / ha et 270 unités de potassium /ha).

-Le rendement, on a enregistré le rendement le plus important est avec les doses N3 et K3 (120 unités d'azote /ha et 270 unités de potassium / ha) avec de 60.57 t/ha.

2-Alimentation azotée et potassique

** La plante

Dans le but de suivre l'évolution des teneurs en N et K du végétal au cours du cycle de développement a trois stades repères ont été pris en considération Croissance végétative, tubérisation et maturité.

* La teneur en azote et en potassium des tubercules augmente de façon significative avec les doses croissantes d'azote et de potassium.

* Les meilleurs teneurs en azote et de potassium des feuilles pendant les différents stades de développement de la plante sont enregistrées au niveau des doses N3 (240N /ha) et K3 (270 U K/ha) et leur interaction.

*Le témoin (sans apport) présente toujours la teneur la plus faible par rapport au traitement N3 (240N /ha et 270 U K/ha).

*Par rapport les stades de développement de la culture, des concentration élevées de l'azote et de potassium sont enregistrées à différentes doses au stade croissance végétative, puis diminuent avec la croissance de la culture ou la plante forme des nouveaux tissus qui entraînent la dilution de l'azote et de potassium dans la partie aérienne pour atteindre des concentrations plus faible au stade maturité.

* Le fractionnement des doses d'azote et de potassium favorise un développement très important de l'appareil végétatif.

**Le sol

* Les études statistiques montrent un effet significatif des engrais azotés et potassiques sur la teneur en azote et potassium assimilable du sol au cours des différents stades de développement de la plante.

*La fertilisation azotée et potassique entraîne un enrichissement du sol en azote et potassium.

*Au cours du cycle de la culture (début jusqu'à la fin), la teneur en azote et potassium assimilable présente une diminution, celle-ci due certainement au prélèvement de ces deux éléments par la plante pour le développement et le grossissement des tubercules .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

ABDESSALEM F., 1990 : Contribution à l'étude de trios amendements organique (fumier de fermes, fientes de volailles, compost urbain).

A.N.R.H, 2008: Agence National des Ressources Hydriques. Rapport sur l'eau irrigation (analyse d'eau d'irrigation)

ANONYME, 1975: Culture maraichère cours fertilisation. Tomme II. Ed I.T. (Institut de Technologie Mostaganem). 145p.

ANONYME, 1979: Les cultures maraichères en Algérie. I.D.C.M. Stawali (Alger), Tomme I et III, 157p.

ANONYME, 1985: L'actualité. Revue hebdomadaire N° 121. 95p.

ANONYME, 2005: Dynamique du phosphore et du potassium dans le système sol-plante. **Fertilisation P-K** Raisonner pour agir. Revue N°181. Ed ARVALIS. Institut de végétal. Imprimerie Paris, Février 2005. 44p.

BAEYENS J., 1967: Nutrition des plantes de culture. Ed. Naiwelaerts. Louvain. 278p.

BENDJAMA O., 1984 : Influence de la fertilisation azotée sur l'assimilation de l'azote chez une variété de blé tendre (Triticum aestivum L. var. *Anza*). Thèse Magistère Ina. 101p.

BISSATI, 1996 : Optimisation de la cryoconservation d'apex de *Solanum phureja* par enrobage-déshydratation, en présence de saccharose. Etude sur l'effet de différentes substances cryoprotectrices. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes 1. France. 107p

DARPOUX R., 1967 : Les plantes sarclées Paris : maison rustiques, 399 p

Direction de la Planification et de l'Aménagement de Territoire, 2006: Annuaire statistique. Ouargla. 292p

ELMAR, ALFRED et WALFGANG, 1988 : La fertilisation de la pomme de terre : quelques exemples en provenance des pays tropicaux et subtropicaux, in informations agricoles N°1 Ludwigs, R.F.A

Encyclopédie Wikipédia, 2007: Article sur la fertilisation azotée potassique.

FENGOUR O., 2000: Contribution à l'étude de la fertilisation minérale (N.P.K) de la pomme de terre (*solanum tuberculum*). Variété désirée dans les conditions pédoclimatiques des hautes plaines sétifiennes. Mémoire de magister. 170p.

FRANCOIS J., 1997: Assimilation de l'azote chez les plantes, aspect physiologique, biochimique et moléculaire. Institut national de la recherche agronomique. Paris.288p.

HALILAT M.T., 1993: Etude de la fertilisation azotée et potassique sur blé dur (variété aldura) en zone saharienne (région de Ouargla). Mémoire de magister. I.N.S. Batna. 130p

HOPKINS W.G., 2003: Physiologie végétale. Traduction de la II Ed américaine par serge rambour, imprimé en Espagne. Paris 2003. 514p.

Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne, 1993: fiche technique, Biskra.

Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne, 2006: Fiche technique de la station. Ouargla.

KLEINKOPF G.E., 1983: Potato in crop-Water relation. TEARE ID : 287-305.

LOUE A., 1982: Potassium et céréales. Dossier K₂ OSCPA, N° 22. 225p.

MADEC et PERENNEC en 1962: Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre. Ann. Physio. Veg pp 05-83.

MADEC P, 1966 : Croissance et tubérisation de la pomme de terre. Bull soc.Fr. Physio. Veg (12) .pp 159-173.

MOREL R., 1989: Les sols cultivés. Ed Technique et Documentation- Lavoisier, 1989. Imprimerie Paris. 362p.

MOULE C, 1972 : Plantes sarclées et déverses. J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris. 246 p.

MILK HORPE .F.L, 1966: The growth of the potato in 3^{ème} conference tri-annuelle de E.T.c.M.I p.p 22.

MEKLIICHE A., 1983 : Contribution à l'établissement de la fertilisation azotée du blé d'hiver dans la haut chélif. Mémoire de magister. I.N.A. Alger. 81 p.

Office National de la Météorologie, 2008: Rapport sur les données climatiques de la région de Ouargla.

Organisation de l'Agriculture et de l'Alimentation (FAO), document 1988: Cultures protégées en climat méditerranéen. Ed. Rome. 317p.

PREVOST PH., 1999: Les bases de l'agriculture. Ed II. Paris- France. 254p.

QUITTET E., 1967: Agriculture. Tomme I. 15^{ème} Ed. Paris. 178p.

ROUVILOIS - BRIGOL M, 1975: Le pays de Ouargla, Sahara algérien. Ed. Département de géographie de l'université de Paris- Sorbonne. 389p.

SOLTNER., 1979 : Les grandes production végétales phytotechnie spéciale. 10^{ème}. Edition. 427 p.

TIDJANI S, 1988: Essai de comportement de quatre variétés de pomme de terre solanum tuberosum. 1: désirée – Ostara –cardinal et diamant sous l'influence de quatre doses de fumure azotée (fumure de couverture) dans la région de Ouargla – station ITCMI de Hassi Ben Abdallah.02 p.

TOUTAIN G., 1979: Elément d'agronomie saharienne de la recherche au développement. Imprimerie Jouve, Paris. I.N.R.A. 277p.

VILLAIN M., 1997: La production végétale, les composantes de la production. 416p.

Annexes

Tableau 01. Le nombre des tiges par plant
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	22.71714	7.57238	4.2539 *	* BSMD = 1.040064
Treat-a (Ta)	3	55.01992	18.33997	10.3029 **	*SMD-a = 1.04064
Error-a	9	16.02076	1.78008		* SMD-b = 0.85363
Parcels	15	93.75782			* OA = 10.35938
Treat-b (Tb)	3	8033.00829	2677.66943	293.0697 **	*VC%-a = 12.57195
Int. TaxTb	9	29.22641	3.24738	0.3554 *	*VC%-b = 11.50003
Error-b	36	328.91865	9.13663		
Total	63	8484.91118			

DF: 3, 9 F-krit (5%) = 3.8625 F = 4.2539 p = .03955
DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 10.3029 p = .00287
DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 293.0697 p < .00100
DF: 9, 36 F-krit(5%) = .2838 F = .3554 p > .10000

Tableau 02. Le nombre des feuilles par plant

VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	38.77338	12.92446	14.7212 *	* BSMD = 1.03537
Treat-a(Ta)	3	7.70971	2.56990	2.9272**	*SMD-a = 1.03537
Error-a	9	7.90156	0.87795		*SMD-b = 1.20595
Parcels	15	54.38464			*OA = 17.21094
Treat-b(Tb)	3	910.67538	303.55846	189.0409 ns	* VC%-a = 5.44416
Int. TaxTb	9	7.09976	0.78886	0.4913 *	*VC%-b = 7.36273
Error-b	36	57.80816	1.60578		
Total	63	1029.96794			

DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 14.7212 p < .00100
DF: 3, 9 F-krit 5%) = 3.8625 F = 2.9272 p = .09226
DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 189.0409 p < .00100
DF: 9, 36 F-krit(5%) = .2838 F = .4913 p > .10000

Tableau 03. La longueur des tiges
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	22.71714	7.57238	4.2539 *	* BSMD = 1.47429
Treat-a (Ta)	3	55.01992	18.33997	10.3029 **	*SMD-a = 1.47429
Error-a	9	16.02076	1.78008		* SMD-b = 2.87659
Parcels	15	93.75782			* OA = 40.09938
Treat-b (Tb)	3	8033.00829	2677.66943	293.0697 **	*VC%-a = 3.32723
Int. TaxTb	9	29.22641	3.24738	0.3554 *	*VC%-b = 7.53799
Error-b	36	328.91865	9.13663		
Total	63	8484.91118			

DF: 3, 9 F-krit (5%) = 3.8625 F = 4.2539 p = .03955
DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 10.3029 p = .00287
DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 293.0697 p < .00100
DF: 9, 36 F-krit (5%) = .2838 F = .3554 p > .10000

**Tableau 04. Pois spécifique
des tubercules**

VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	3220.31250	1073.43750	0.2285 ns	*BSMD = 75.73399
Treat-a (Ta)	3	58089.06250	19363.02083	4.1221 *	* SMD-a = 75.73399
Error-a	9	42276.56250	4697.39583		* SMD-b = 46.65314
Parcels	15	103585.93750			* OA = 234.84375
Treat-b (Tb)	3	123514.06250	41171.35417	17.1318 **	* VC%-a = 29.18432
Int. TaxTb	9	20532.81250	2281.42361	0.9493 *	* VC%-b = 20.87454
Error-b	36	86515.62500	2403.21181		
Total	63	334148.43750			

DF: 3, 9 F-krit (5%) = .0691 F = .2285 p > .10000
DF: 3, 9 F-krit (5%) = 3.8625 F = 4.1221 p = .04274
DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 17.1318 p < .00100
DF: 9, 36 F-krit (5%) = .2838 F = .9493 p > .10000

Tableau 05. Le diamètre des tubercules
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F
Blocks	3	0.07382	0.02461	0.0773 ns
Treat-a (Ta)	3	0.02279	0.00760	0.0239 *
Error-a	9	2.86431	0.31826	
Parcels	15	2.96092		
Treat-b (Tb)	3	55.13032	18.37677	33.5863 **
Int. TaxTb	9	4.07231	0.45248	0.8270 *
Error-b	36	19.69744	0.54715	
Total	63	81.86100		

DF: 3, 9 F-krit (5%) = .0691 F = .0773 p = .05861
 DF: 3, 9 F-krit (5%) = .0691 F = .0239 p = .01073
 DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 33.5863 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit (5%) = .2838 F = .827 p > .10000

*BSMD = 0.62338
 *SMD-a = 0.62338
 * SMD-b = 0.70394
 * OA = 6.98516
 *VC%-a = 8.07631
 *VC%-b = 10.58955

Tableau 06. Le rendement total
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F
Blocks	3	104.56418	34.85473	0.6257 ns
Treat-a(Ta)	3	902.48168	300.82723	5.4000 *
Error-a	9	501.37910	55.70879	
Parcels	15	1508.42496		
Treat-b(Tb)	3	5760.66699	1920.22233	39.1657 **
Int. TaxTb	9	510.74879	56.74987	1.1575 *
Error-b	36	1765.01359	49.02816	
Total	63	9544.85434		

DF: 3, 9 F-krit(5%) = .0691 F = .6257 p > .10000
 DF: 3, 9 F-krit(5%) = 3.8625 F = 5.4 p = .02115
 DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 39.1657 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit(5%) = 2.1526 F = 1.1575 p > .10000

* BSMD = 8.24754
 * SMD-a = 8.24754
 * SMD-b = 6.66358
 * OA = 39.64297
 * VC%-a = 18.82763
 * VC%-b = 17.66268

Tableau 07. Teneur en azote des feuilles au stade de croissance végétative
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	246.21508	82.07169	81.4624 **	
Treat-a (Ta)	3	28.81487	9.60496	9.5337 **	
Error-a	9	9.06731	1.00748		* BSMD = 1.10912
Parcels	15	284.09726			* SMD-a = 1.10912
Treat-b (Tb)	3	4138.55570	1379.51857	337.8493 **	* SMD-b = 1.92304
Int. TaxTb	9	23.05229	2.56137	0.6273 *	* OA = 19.07453
Error-b	36	146.99653	4.08324		* VC%-a = 5.26216
Total	63	4592.70179			* VC%-b = 10.5937
DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 81.4624 p < .00100 DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 9.5337 p = .00372 DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 337.8493 p < .00100 DF: 9, 36 F-krit (5%) = .2838 F = .6273 p > .10000					

Tableau 08. Teneur en azote des feuilles au stade de tubérisation
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	266.53009	88.84336	49.6616 **	
Treat-a (Ta)	3	112.68740	37.56247	20.9966 **	
Error-a	9	16.10079	1.78898		
Parcels	15	395.31829			
Treat-b (Tb)	3	4934.86077	1644.95359	313.6633 **	* BSMD = 1.47797
Int. TaxTb	9	33.68976	3.74331	0.7138 **	* SMD-a = 1.47797
Error-b	36	188.79584	5.24433		* SMD-b = 2.17936
Total	63	5552.66466			* OA = 21.17078
DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 49.6616 p < .00100 DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 20.9966 p < .00100 DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 313.6633 p < .00100 DF: 9, 36 F-krit (5%) = .2838 F = .7138 p > .10000					

Tableau 09. Teneur en azote des feuilles au stade de maturation

VARIANCE TABLE				
V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F
Blocks	3	349.09983	116.36661	136.0004 **
Treat-a (Ta)	3	96.77471	32.25824	37.7010 **
Error-a	9	7.70071	0.85563	
Parcels	15	453.57524		
Treat-b (Tb)	3	6153.77096	2051.25699	386.7094 **
Int. TaxTb	9	55.56018	6.17335	1.1638 *
Error-b	36	190.95801	5.30439	
Total	63	6853.86439		

* BSMD = 1.02213
 * SMD-a = 1.02213
 * SMD-b = 2.19181
 * OA = 23.51469
 * VC%-a = 3.93373
 * VC%-b = 9.79441

DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 136.0004 p < .00100
 DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 37.701 p < .00100
 DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 386.7094 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit (5%) = 2.1526 F = 1.1638 p > .10000

Tableau 10. Teneur en azote des tubercules

VARIANCE TABLE				
V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F
Blocks	3	21.25330	7.08443	1.8198*
Treat-a (Ta)	3	16.41796	5.47265	1.4058 **
Error-a	9	35.03646	3.89294	
Parcels	15	72.70772		
Treat-b (Tb)	3	2184.96444	728.32148	84.2254 **
Int. TaxTb	9	35.20023	3.91114	0.4523**
Error-b	36	311.30259	8.64729	
Total	63	2604.17497		

* BSMD = 2.18022
 * SMD-a = 2.18022
 * SMD-b = 2.79850
 * OA = 0.65063
 * VC%-a = 40.57902
 * VC%-b = 9.76691

DF: 3, 9 F-krit (5%) = 3.8625 F = 1.8198 p > .10000
 DF: 3, 9 F-krit (5%) = 3.8625 F = 1.4058 p > .10000
 DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 84.2254 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit (5%) = .2838 F = .4523 p > .10000

Tableau 11. Teneur en potassium des feuilles au stade de croissance végétative

VARIANCE TABLE					
V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	16.14241	5.38080	19.1225 **	*BSMD = 0.87076
Trea-a(Ta)	3	7.82996	2.60999	9.2755 **	*SMD-a = 0.87076
Error-a	9	2.53248	0.28139		* SMD-b = 0.21776
Parcels	15	26.50485			* OA = 2.54375
Trea-b(Tb)	3	36.00311	12.00104	129.9414 **	* VC%-a = 20.85340
Int. TaxTb	9	1.22388	0.13599	1.4724 *	* VC%-b = 10.12240
Error-b	36	3.32486	0.09236		
Total	63	67.05670			

DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 19.1225 p < .00100
 DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 9.2755 p = .00408
 DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 129.9414 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit(5%) = 2.1526 F = 1.4724 p > .10000

Tableau 12. Teneur en potassium des feuilles au stade de tubérisation

VARIANCE TABLE					
V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	17.26890	5.75630	14.4447 *	*BSMD = 0.50441
Trea-a (Ta)	3	41.83625	13.94542	34.9943 *	*SMD-a = 0.50441
Error-a	9	3.58655	0.39851		* SMD-b = 0.19280
Parcels	15	62.69171			* OA = 3.79297
Trea-b(Tb)	3	53.76062	17.92021	247.5149 **	* VC%-a = 16.64325
Int. TaxTb	9	5.76319	0.64035	8.8446 *	* VC%-b = 7.09401
Error-b	36	2.60642	0.07240		
Total	63	124.82194			

DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 14.4447 p < .00100
 DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 34.9943 p < .00100
 DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 247.5149 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit(1%) = 2.9461 F = 8.8446 p < .00100

Tableau 13. Teneur en potassium des feuilles au stade de maturation

VARIANCE TABLE					
V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	9.16969	3.05656	20.9681 **	*BSMD = 0.30507
Trea-a(Ta)	3	6.29481	2.09827	14.3942 **	*SMD-a = 0.30507
Error-a	9	1.31195	0.14577		* SMD-b = 0.22069
Parcels	15	16.77645			* OA = 1.93250
Trea-b(Tb)	3	15.44236	5.14745	54.2637 **	* VC%-a = 19.7568
Int. TaxTb	9	1.39003	0.15445	1.6282 *	* VC%-b = 15.93757
Error-b	36	3.41496	0.09486		
Total	63	37.02380			

DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 20.9681 p < .00100
 DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 14.3942 p < .00100
 DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 54.2637 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit(5%) = 2.1526 F = 1.6282 p > .10000

Tableau 14. Teneur en potassium des tubercules

VARIANCE TABLE					
V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	0.73429	0.24476	2.6626 ns	*BSMD = 0.24226
Trea-a(Ta)	3	3.36991	1.12330	12.2198 **	*SMD-a = 0.24226
Error-a	9	0.82733	0.09193		* SMD-b = 0.15590
Parcels	15	4.93152			* OA = 2.46812
Trea-b(Tb)	3	15.65696	5.21899	110.2514 **	* VC%-a = 12.28428
Int. TaxTb	9	0.97455	0.10828	2.2875 *	* VC%-b = 8.81524
Error-b	36	1.70414	0.04734		
Total	63	23.26717			

DF: 3, 9 F-krit(5%) = 3.8625 F = 2.6626 p > .10000
 DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 12.2198 p = .00159
 DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 110.2514 p < .00100
 DF: 9, 36 F-krit(5%) = 2.1526 F = 2.2875 p = .03796

Tableau 15. Teneur en azote assimilable dans le sol au stade de croissance végétative
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	3309.03125	1103.01042	32.0941 **	* BSMD = 6.47798
Treat-a (Ta)	3	2448.46875	816.15625	23.7475 **	* SMD-a = 6.47798
Error-a	9	309.31250	34.36806		* SMD-b = 10.32804
Parcels	15	6066.81250			* OA = 98.65625
Treat-b (Tb)	3	102494.21875	34164.73958	290.0758 **	* VC%-a = 5.94228
Int. TaxTb	9	1659.87500	184.43056	1.5659 *	* VC%-b = 11.00040
Error-b	36	4240.03125	117.77865		
Total	63	114460.93750			
DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 32.0941 p < .00100 DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 23.7475 p < .00100 DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 290.0758 p < .00100 DF: 9, 36 F-krit (5%) = 2.1526 F = 1.5659 p > .10000					

Tableau 16. Teneur en azote assimilable dans le sol au stade de tubérisation
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	5076.32422	1692.10807	12.2715 **	*BSMD = 12.97560
Treat-a (Ta)	3	4776.41797	1592.13932	11.5465 **	* SMD-a = 12.97560
Error-a	9	1241.00391	137.88932		* SMD-b = 11.14178
Parcels	15	11093.74609			*OA = 126.55469
Treat-b (Tb)	3	85110.60547	28370.20182	206.9775 **	* VC%-a = 9.27870
Int. TaxTb	9	621.72266	69.08030	0.5040 *	*VC%-b = 9.25106
Error-b	36	4934.48438	137.06901		
Total	63	101760.55859			
DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 12.2715 p = .00156 DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 11.5465 p = .00194 DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 206.9775 p < .00100 DF: 9, 36 F-krit (5%) = .2838 F = .504 p > .10000					

Tableau 17. Teneur en azote assimilable dans le sol au stade de maturation
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	5932.06250	1977.35417	25.8842 **	* BSMD = 9.65800
Treat-a (Ta)	3	2200.40625	733.46875	9.6013 **	* SMD-a = 9.65800
Error-a	9	687.53125	76.39236		* SMD-b = 9.68117
Parcels	15	8820.00000			* OA = 147.87500
Treat-b (Tb)	3	83603.18750	27867.72917	269.2873 **	* VC%-a = 5.91058
Int. TaxTb	9	2708.78125	300.97569	2.9083 *	* VC%-b = 6.87936
Error-b	36	3725.53125	103.48698		
Total	63	98857.50000			
DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 25.8842 p < .00100					
DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 9.6013 p = .00364					
DF: 3, 36 F-krit (1%) = 4.3771 F = 269.2873 p < .00100					
DF: 9, 36 F-krit (5%) = 2.1526 F = 2.9083 p = .01079					

Tableau 18. Teneur en potassium dans le sol au stade de croissance végétative
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	132.89922	44.29974	24.0612 **	* BSMD = 1.49935
Treat-a (Ta)	3	43.53547	14.51182	7.8820 **	* SMD-a = 1.49935
Error-a	9	16.57016	1.84113		* SMD-b = 1.68257
Parcels	15	193.00484			* OA = 16.66094
Treat-b (Tb)	3	1326.19922	442.06641	141.4196 **	* VC%-a = 8.14409
Int. TaxTb	9	27.17516	3.01946	0.9659 *	* VC%-b = 10.61181
Error-b	36	112.53312	3.12592		
Total	63	1658.91234			
DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 24.0612 p < .00100					
DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 7.882 p = .0069					
DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 141.4196 p < .00100					
DF: 9, 36 F-krit(5%) = .2838 F = .9659 p > .10000					

Tableau 19 .Tenser en potassium dans le sol au stade de tubérisation
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	109.33063	36.44354	41.8992 **	* BSMD = 1.03055
Treat-a (Ta)	3	16.66063	5.55354	6.3849 *	* SMD-a = 1.03055
Error-a	9	7.82813	0.86979		* SMD-b = 1.50778
Parcels	15	133.81938			* OA = 17.20313
Treat-b (Tb)	3	1121.23063	373.74354	148.8915 **	* VC%-a = 5.42126
Int. TaxTb	9	9.48312	1.05368	0.4198 *	* VC%-b = 9.20968
Error-b	36	90.36625	2.51017		
Total	63	1354.89938			

DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 41.8992 p < .00100
DF: 3, 9 F-krit(5%) = 3.8625 F = 6.3849 p = .01312
DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 148.8915 p < .00100
DF: 9, 36 F-krit(5%) = .2838 F = .4198 p > .10000

Tableau 20.Teneur en potassium dans le sol au stade de maturation
VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F	
Blocks	3	45.81375	15.27125	24.5925 **	*BSMD = 0.87076
Treat-a (Ta)	3	18.39500	6.13167	9.8743 **	*SMD-a = 0.87076
Error-a	9	5.58875	0.62097		* SMD-b = 1.63583
Parcels	15	69.79750			* OA = 16.98125
Treat-b (Tb)	3	1532.16625	510.72208	172.8535 **	* VC%-a = 4.64052
Int. TaxTb	9	2.52625	0.28069	0.0950 *	* VC%-b = 10.12240
Error-b	36	106.36750	2.95465		
Total	63	1710.85750			

DF: 3, 9 F-krit (1%) = 6.9919 F = 24.5925 p < .00100
DF: 3, 9 F-krit(1%) = 6.9919 F = 9.8743 p = .00331
DF: 3, 36 F-krit(1%) = 4.3771 F = 172.8535 p < .00100
DF: 9, 36 F-krit(1%) = .18 F = .095 p < .00100



Photo 03: La plante de pomme de terre en maturation



Photo 04: La plante de pomme de terre en tubérisation



Photo 05: Apparition de maladie de mildiou sur les feuilles



Photo 06: Mesure du rendement



Photo 07: Remplissage de la production

Résumé

Ce travail a pour but d'étudier l'effet de l'interaction, de quatre doses d'azote (0, 60, 120, 240U/ha) avec quatre doses de potassium (0, 90, 180, 270 U/ha.) Sur une culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. Var FLORICE) en trois stades (croissance végétative, tubérisation et maturation) conduite sous système d'irrigation goutte à goutte dans l'ITDAS de Hassi Ben Abdallah (Ouargla).

Les résultats obtenus montrent que l'effet d'azote est positif sur les paramètres morphologiques (nombre de tige / plant, nombre de feuilles/plant et la longueur des tiges). Aussi Par rapport le potassium influence d'une façon positive sur ces paramètres.

La fertilisation azotée et potassique a réagi donc positivement sur le rendement . Le meilleur rendement qui est de 60.57 qx/ha est obtenu avec le traitement (N₃K₃).

Nous avons constaté, à partir la suite de nos essais que la plus part des paramètres étudiés à savoir la teneur en N et K dans les deux parties aérienne et souterraine sont améliorés par l'apport d'engrais azotée potassique.

En fin, on peut dire que la fertilisation azotée potassique a provoqué un enrichissement de la partie superficielle (0-20 cm) du sol en N, K assimilable.

Mots clés: Fertilisation, azote, potassium, pomme de terre, interaction.

Study the combined effect of nitrogenize-potassic fertilization on potato culture in the area of Ouargla

Summary

The purpose of this work is to study the combined effect, of four nitrogen amounts (0, 60, 120 and 240 U/ha) with four potassium amounts (0, 90, 180, 270 U/ha) on the potato culture (FLORICE variety) in three stages (vegetative stage of growth, stage of tuberization and stage of maturation) in the area of Hassi Ben Abdallah (Ouargla).

The results obtained show that the effect of nitrogen is positive on the parameters of measurements of the air part (a number of stems/plant, a number of sheets/plant and the languor of the stems). The potassic manure does influence in a positive way these parameters.

Nitrogenize-potassic fertilization A reacts positively on the parameters of output (the underground part) (average Weight of the tubers, gauge of the tubers and in end the output). The best output of 60.57 t/ha is obtained with the treatment 240U/ha of nitrogen and potassium 270U/ha.

Following our tests, we noted that the majority of the parameters studied with knowing the content N and K in the air and underground part are improved by the contribution of nitrogenize-potassic manure.

The nitrogenize-potassic fertilization caused an enrichment of the surface part (0-20cm) of the ground out of N and K assimilable.

Key words: Nitrogenize-potassic fertilization, potato, nitrogenize, potassium, interaction.

! % \$ %&' #240 "120 "60 "0!
O 12)! ' . / # (+)- !(, , \$) *+ (&' # 270 "180 "90 "0!
745 6 ' ,) '/ & , , # 31)
+)+- ' 38)
(: *+ # , *+) = >) ! ; *+ < 9
7 *+ ? 4) @
&' 240 D ; 4+)+- ' : C ,) 60.57 '%7A)B *+ < + @ \$)1' 9
7@ &' 270 \$
1f) ' 8 8 < @ \$) @E %*+)+- ' D :) /2 9
7
7#@ 2090! + ' , G < @ \$) 9
التفاعل , (, , "@ "\$ " H" # \$