

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Agronomie Saharienne

Option : mise en valeur des sols sahariens

THEME

**La réponse physiologique et biochimique de la
pomme de terre (variété Spunta) à la salinité en
présence de fertilisant organique (fumier des
volailles)
(Cas de Ouargla)**

Présenté et soutenu publiquement par

M^{elle}. SOUFI Razika

Devant le jury :

Président :	Mr. HAMDY AÏSSA. B	Professeur
promotrice :	M ^{elle} . OUISTANI. M.	M .A. A
Examineur :	Mr. BELLAAROUSSI .M	M .A. A
Examineur :	Mr. DADDI BOUHOUN .M	M .C. B

Année Universitaire : 2010/2011

Remerciements

En premier lieu et avant tout, je remercie **Dieu** tout puissant, de m'a avoir accordé la force,

le courage, la patience et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail. Au terme de ce travail, je tiens t à remercier particulièrement ma promotrice **M^{elle} OUASTANI MABROUKA** maitre assistante à l'université KASDI MERBAH d'Ouargla pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils.

Je tiens également à remercier :

M^r. HAMDI AISSA B : Professeur de l'université KASDI MERBAH de Ouargla d'avoir accepté de présider le jury.

Mr. BELLAAROUSSI M : Maitre assistant A, à l'université KASDI MERBAH et

Mr. DADIBOUHOUN M : Maitre de conférence B d'avoir accepté d'examiner également à tout ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à tous nos enseignants de l'université d'Ouargla qui ont contribué à notre formation particulièrement aux enseignants de département d'Agronomie.

A mes collègues et mes amies pour leur soutien moral l qu'ils trouvent dans ces pages un modeste témoignage de ma vie gratitude .Ainsi que mes amis de promotion de cinquième années agronomie option mise en valeur.

Enfin je m'exprime toute ma reconnaissance et remerciement à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Résumé

Dans les zones arides, la salinité constitue une contrainte abiotique majeure pour le développement de la pomme de terre, culture stratégique pour notre pays.

Pour mettre en évidence l'effet de la fertilisation organique sur l'amélioration de la production et l'augmentation de niveau de tolérance de cette plante à la contrainte saline, un essai a été installé en plein champ dans la ferme "BABZIZ" (dans de la région de Ouargla située dans le Sud-Est de l'Algérie), visant à comparer l'effet des quatre doses croissantes de fumier de volailles (20, 30,40, 50 t/ha) à un traitement engrais minéral et un témoin sans aucun apport, sur les paramètres croissance végétative et de rendement, ainsi que sur la teneur des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques et ceci, dans trois sites expérimentaux à des niveaux de salinité croissant, il s'agit d'un sol peu salé, sol salé et sol très salé.

Les résultats obtenus ont montré une augmentation significative des paramètres de la croissance végétative et de rendements suite à l'accroissement des doses du fumier de volailles par rapport au traitement avec engrais minéral et un témoin aucun apport de fertilisation. Toute fois, le meilleur rendement a été enregistré par la dose T6 (50t/ha de FV) avec un rendement maximal 445.91qx/ha au niveau du site le plus salé.

Par ailleurs, l'analyse de la variance relative à l'accumulation de la chlorophylle et des solutés organiques a montré que les apports croissants par le fumier de volailles ont augmenté les concentrations des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques, ce qui témoigne et confirme la bonne réponse biochimique de la pomme de terre pour mieux résister à la contrainte saline. Les plus fortes teneurs en solutés organiques ont été également obtenues avec la dose (50t /ha) de fumier de volaille et, ceci quelque soit le niveau de la salinité.

Mots clés: Fertilisation organique, Salinité, Pomme de terre, Rendement, Solutés organiques, Ouargla.

Summary

In arid areas, salinity is a major abiotic stress for the development of the potato, strategic culture incountry.

To highlight the effect of organic fertilization on improving production and increasing tolerance of this plant to saline stress, an experiment was installed in the field on the farm "BABZIZ" (in the region of Ouargla located in the South East of Algeria), to compare the effect of four increasing doses of poultry manure (20, 30.40, 50 t / ha) fertilizers to treatment and a control without any input, the parameters of vegetative growth and yield, as well as the content of leaf chlorophyll and organic solutes and this, in three experimental sites at levels of increasing salinity, it is a little salty soil, saline soil and ground very salty.

The results showed a significant increase in parameters of vegetative growth and yield response to increasing doses of poultry manure compared to treatment with mineral fertilizer and a control input of any fertilization. Every time, the best performance was recorded by the dose T6 (50t/ha VF) with a maximum yield at the site 445.91qx/ha the saltiest.

In addition, analysis of variance on the accumulation of chlorophyll and of organic solutes has shown that increasing intake by poultry manure increased the concentrations of leaf chlorophyll and organic solutes, indicating the correct answer and confirms biochemical of potatoes to better withstand salt stress. The highest concentrations of organic solutes were also obtained with the dose (50 t / ha) and poultry manure, this whatever the level of salinity.

Key words: organic fertilization, salinity, potato, yield, organic solutes, Ouargla.

ملخص

الملوحة هي الإجهاد اللاحيوي الرئيسي الذي يعيق تنمية البطاطا من بين المزروعات الإستراتيجية في , في المناطق القاحلة بلادنا.

لتسليط الضوء على تأثير التسميد العضوي في تحسين الإنتاج وزيادة مستوى تحمل هذا النبات للإجهاد الملحي ، تم تثبيت تجربة " (في منطقة ورقلة التي تقع في جنوب شرق الجزائر) ، لمقارنة تأثير أربع جرعات BABZIZ في هذا المجال في مزرعة " متزايدة من سماد الدواجن (20 ، 30،40 ، 50 طن / هكتار) بعلاج سماد معدني و آخر شاهد دون أي إضافات علي معاملات النمو الخضري والمحصول ، و أيضا نسبة الكلوروفيل والمواد المذابة العضوية في الأوراق وذلك في ثلاثة مواقع تجريبية تربة مالحة قليلا ، تربة مالحة وتربة مالحة جدا . بمستويات ملوحة متزايدة وهي أظهرت النتائج المتحصل عليها وجود زيادة كبيرة في معاملات النمو الخضري والمحصول استجابة لجرعات متزايدة لسماد الجرعة T6 الدواجن بالمقارنة مع العلاج بالأسمدة المعدنية وشاهد دون أي إضافات. في كل مرة ، سجلت أفضل أداء من قبل 445 قنطار/هكتار. 91). مع الغلة القصوى في موقع VF (50t/ha

الكلوروفيل و المواد العضوية المذابة التي كتبها زيادة كمية سماد الدواجن بالإضافة إلى ذلك ، أظهر تحليل التباين في تراكم تؤدي إلى زيادة تركيزات الكلوروفيل نبات والمواد المذابة العضوية ، مما يدل على الجواب الصحيح ، ويؤكد بيوكيميائية البطاطس لتحمل الإجهاد بشكل أفضل. وتم أيضا الحصول على أعلى تركيزات المواد المذابة العضوية مع جرعة (50 طن / هكتار) وروث الدواجن ، مهما كان مستوى الملوحة.

مفتاح الكلمات : التسميد العضوي ، الملوحة ، البطاطا ، الغلة ، الحل العضوية ، ورقلة.

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Compositions comparées de plusieurs types des fumiers	16
02	Superficie et la production algérienne de la pomme de terre	18
03	Données climatiques de la Région de Ouargla (Moyennes sur une période de dix ans de 2001-2010) (ONM, Ouargla 2010).	27
04	Calendrier des périodes d'application des différentes doses du fumier de volailles et des engrais minéraux	36
05	Caractérisation physico-chimique du sol des sites expérimentaux	44
06	Résultats de l'analyse de l'eau d'irrigation dans les trois sites (caractérisation physico-chimique)	45
07	Résultats de la caractérisation physico-chimique de fumier de volailles	46
08	Effet comparé de différentes doses du fumier des volailles sur le nombre des feuilles par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	47
09	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le nombre des tiges par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	49
10	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la longueur des tiges (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	50
11	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la surface foliaire (cm ²) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	52
12	Résultats synthétiques de la signification statistique des paramètres de la croissance végétative	53
13	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le nombre des tubercules par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	55
14	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le poids du tubercule (g) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	57
15	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la longueur du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les	59

	trois sites expérimentaux	
16	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le diamètre du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	61
17	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le rendement par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	63
18	Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le rendement total (qx/ha) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	65
19	Résultats synthétiques de la signification statistique des paramètres du rendement	66
20	Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en chlorophylle ($\mu\text{g/g}$ MF) au stade floraison dans les trois sites expérimentaux	69
21	Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en proline (mg/ml) au stade floraison dans les trois sites expérimentaux.	72
22	Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles (mg/ml MS) en protéines au stade floraison dans les trois sites expérimentaux.	74
23	Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en sucres solubles (mg/ml MS) au stade floraison dans les trois sites expérimentaux.	76
24	Résultats synthétiques de la signification statistique de la teneur des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques au stade floraison	78

Liste des figures

Figures	Titre	Page
01	Principes généraux de l'évolution de la matière organique dans le sol (SOLTNER, in GOBAT, 1998)	12
02	Situation géographique de région de Ouargla	24
03	Diagramme Ombrothermique de Gausсен de la région d'Ouargla (2001-2010)	28
04	Climagramme d'EMBERGER de la région de Ouargla	29
05	Localisation de la région d'étude Hassi ben Abdallah (Google Earth)	31
06	Photo de la pomme de terre variété "Spunta"	33
07	Schéma du dispositif expérimental	34
08	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le nombre des feuilles par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	48
09	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le nombre des tiges par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	50
10	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la longueur de la tige (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	51
11	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la surface foliaire (cm ²) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	53
12	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le nombre des tubercules par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	56
13	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le poids du tubercule (g) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux.	58
14	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la longueur du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	60
15	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le diamètre du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	62
16	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le rendement	64

	par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	
17	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le rendement total (qx/ha) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	66
18	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en chlorophylle ($\mu\text{g/g}$ MF) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	71
19	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en proline (mg/ml) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	73
20	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en protéines (mg/ml MS) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	75
21	Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en sucres totaux (mg/ml MS) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux	77

Liste des cartes

Cartes	Titre	Page
A	Carte de l'Algérie (Encarta, 2004)	24
B	Division administrative de la wilaya d'Ouargla (D.P.A.T.2001)	24

Liste d'annexes

Annexe	Titre
I	Caractéristiques de la pomme de terre
II	Caractéristiques de la variété " Spunta "
III	Quelques maladies et anomalies physiologiques des feuilles et tubercules de la pomme de terre
VI	Courbes d'étannolage (proline, sucres solubles et protéines)
V	Echelles d'interprétation de quelques analyses physiques et chimiques du sol
IV	Analyse de la variance des paramètres étudiés
IIV	Test de NEWMAN-KEULS - Seuil = 5% qui a fait ressortir les groupes homogènes

Liste des abréviations

A.N.R.H.	Agence National des Ressources Hydriques, Direction Régionale
ANFOR	Association Française de Normalisation
D.P.A.T	Direction de Planification et l'Aménagement de Territoire d'Ouargla
FAO	Food and Agriculture Organisation
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ITIDAS	Institut de Développement d'Agronomie Saharienne
O.N.M	Office National de Météorologie d'Ouargla
FV	Fumier de volailles
MOF	Matière organique fraiche
M1	Minéralisation primaire
M2	Minéralisation secondaire
S	Significatif
HS	Hautement significatif
THS	Très hautement significatif
NS	Non significatif
CV%	Coefficient de variation
C/N	Rapport carbone sur l'azote
CE	Conductivité électrique
MO	Matière organique
MF	Matière fraiche
MS	Matière sèche
ST	Sucres totaux
H₂S	
CO₂	Désoxyde carbone

pH	Puissance d'hydrogène
PPM	Partie par million
Meq	Milliéquivalent
N	Azote
P	Phosphore
K	Potassium
Ca	Calcium

Tables de matière

Titre	Page
Introduction	01
Première partie : Synthèse bibliographique	03
Chapitre I : Salinité	03
I.1. Définition	03
I.2. Origine et genèse des sels	03
I.3. Répartition géologique et importance des sols salés	03
I.4. Classification des sols salés	04
I.5- Effets de la salinité sur les propriétés physico-chimiques du sol	04
I.5.1. Effet de la salinité sur les propriétés physiques du sol	04
I.5.2. Effets de la salinité sur les propriétés chimiques du sol	04
I.6. Effets de la salinité sur les propriétés microbiologiques du sol	05
I.7. Effets de la salinité sur les végétaux	05
I.7.1. Effets de la salinité sur les processus physiologiques de la plante	05
I.7.2. Effets de la salinité sur les processus biochimiques	06
I.8. Mécanismes d'adaptation des plantes à la contrainte saline	07
I.8 1. Mécanismes de résistance à la salinité chez les végétaux	07
I.8.2. Mécanismes d'adaptation des plantes à la salinité	07
I.8. 3. Adaptations physiologiques	08

I.8.4. Adaptations métabolique et accumulation des solutés organiques	08
Chapitre II : Fertilisation organique	10
II.1. Définition de la fertilisation	10
II.2. Origine et formes des matières organiques	10
II.3. Evolution de la matière organique	11
II.4. Fumure organique	13
II.4.1. Les formes d'apports exogènes des matières organiques aux sols	13
II.4.2. Facteurs influents sur la vitesse et degré de la décomposition des apports organiques apportés au sol	13
II.4.3. Actions de la matière organique sur les propriétés du sol	14
II.4.3.1. Actions de la matière organique sur les propriétés physiques du sol	15
II.4.3.2. Actions de la matière organique sur les propriétés chimiques du sol	15
II.4.3.3. Actions de la matière organique sur les propriétés biologiques du sol	15
II.4.4. Compositions de quelques fertilisants organiques de ferme	16
II.5. Fumier de volailles	17
Chapitre III : La pomme de terre	18
III. 1. Présentation et origine de la pomme de terre	18
III.2. Importance économique de la pomme de terre	18
III.3. Exigences de la culture de la pomme de terre	19
III. 3.1. Exigences écologiques	19
III.3.2. Exigences agronomiques	20
III.4. Effets de la salinité sur la pomme de terre	22
Deuxième partie : Matériels et méthodes	23
Chapitre I : Présentation de la région d'étude	23

I.1.Situation géographique	23
I.2.Le climat	25
I.3.Le sol	29
Chapitre II : Matériels et méthodes	31
II.1. Présentation des sites expérimentaux (Ferme BABZIZ)	31
II.2. Matériel pédologique des sites d'étude	32
II.3. Caractérisation analytique de l'eau d'irrigation au niveau des sites d'étude	32
II.4. Matériel organique (Fumier de volailles)	32
II.5. Matériel végétal	32
II.6. Dispositif expérimental	33
II.7. Conduite de l'expérimentation	35
II.8. Lectures et mesures	37
II.9. Méthodes d'analyse	39
II.10. Analyse des résultats	43
Troisième partie : Résultats et Discussions	
Chapitre I : Résultats d'analyse (physico-chimique) du sol, l'eau d'irrigation et du fumier utilisé	44
I-1-Résultats d'analyse (physico-chimique) du sol	44
I-2- Caractérisation analytique de l'eau d'irrigation au niveau des sites d'étude	45
I-3-Matériel organique (fumier des volailles)	46
Chapitre II : paramètres de la croissance végétative	47
II.1. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le nombre des feuilles par plant	47

II.2. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le nombre des tiges par plant	49
II.3. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la longueur du tige	50
II.4. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la surface foliaire	52
Discussion et conclusion	54
Chapitre III : Paramètres de rendement	55
III.1. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le nombre des tubercules par plant	55
III.2. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le poids de la tubercule	57
III.3. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la longueur du tubercule	59
III.4. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le diamètre du tubercule	61
III.5. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le rendement par plant	63
III.6. Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le rendement total	65
Discussion et conclusion	67
Chapitre VI : Teneur des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques au stade floraison	69
VI-1-Teneur des feuilles en chlorophylle	69
VI-2-Teneur des feuilles en solutés organiques	71
VI-2-1- Teneur des feuilles en proline	71
VI-2-2-Teneur des feuilles en protéines	73
VI-2-3-Teneur des feuilles en sucres solubles	75
Discussion et conclusion	79
Conclusion	82
Références bibliographique	84
Annexes	91

Introduction

Dans les zones arides et semi-arides, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale (AL-KARAKI, 2000 ; BAATOUR et *al.* 2004), et le rendement agricole (ZID et GRIGNON, 1991 ; ZHU, 2001).

Les conditions climatiques de ces régions sont caractérisées par une faiblesse et une forte irrégularité des précipitations (REZGUI et *al.* 2004), associés à une importante évaporation favorisant l'accumulation des sels dans le sol (ABDELLY, 2004).

L'accumulation de sels dans les sols entraîne des modifications dans la physiologie des plantes, responsable d'une diminution de la croissance des plantes et de la productivité agricole (HERMANDEZ, 1997). Le ralentissement de la croissance des plantes sous stress salin peut résulter de plusieurs effets à savoir :

- ❖ La perte de turgescence des cellules due au stress osmotique, induit par les solutés externes (SERRANO et GAXIOLA, 1994),
- ❖ L'utilisation des composés carbonés et azotés à des fins de protection et d'osmorégulation, aux dépens de leur implication dans la production de biomasse (ALARCON et *al.*, 1994),
- ❖ L'accumulation excessive d'électrolytes dans les tissus de la plante, entraînant un effet de toxicité (GROUZIS et *al.*, 1977),
- ❖ Le déséquilibre nutritionnel causé par l'absorption réduite des ions essentiels comme K^+ , Ca^{++} ou NO_3^- en liaison avec cette accumulation excessive de sels GROUZIS et *al.*, (1977) ; (HAOULA et *al.*, 2007).

Ces effets ont également pour conséquence la réduction de la photosynthèse, par la réduction des échanges gazeux mais aussi de l'activité photochimique. Néanmoins, la salinité affecte l'assimilation de carbone par une surface foliaire réduite plus que par un rendement photosynthétique réduit (HOPKINS, 2003).

Parmi, les plantes sensibles à la salinité, la pomme de terre présente un niveau de tolérance qui varié de 1.5 à 2 g/l de Na cl (MAAS ; 1986). A la concentration 3g/l, ce sel diminue de 50% la croissance de la plante (BOUAZIZ, 1980). Ainsi la salinité peut être l'un des facteurs majeurs déterminant le rendement de la pomme de terre dans les zones arides. Ainsi, la salinité peut être l'un des facteurs majeurs déterminant le rendement de la pomme de terre dans les zones arides.

Or cette plante stratégique, constituée le second aliment le plus consommé dans le monde après le blé d'où l'importance de la pomme de terre dans la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté dans le monde.

Un défi principal que doit relever les agriculteurs dans les régions arides consiste à trouver des solutions pour combattre les effets néfastes de la salinité sur la pomme de terre.

En réponse au stress salin, la plante doit développer des mécanismes adaptatifs lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne grâce aux électrolytes et aux solutés organiques (DRIOUICHA et al. 2001). En fait, les plantes vivants sous stress salin réagissent par une modification de leur métabolisme biochimique, en particulier la synthèse de certains composés organiques (HUBAC et VIERADSILSA, 1980) tels que les sucres solubles, les composés azotés comme la proline...etc.

Par ailleurs, plusieurs solutions ont été avancées pour atténuer les risques de la salinité, en tête du quelles se trouve l'application des techniques de drainages de sel en excès, cependant, de telle solution est coûteuse et difficile à mettre en œuvre puisqu'elle exige un volume d'eau important pour lessiver ces sels (RHOADES et LOVEDAY, 1990). Comme alternative, il a été suggéré que le sel induit des troubles nutritionnels qui peuvent être atténués par l'ajout de nutriments dans le milieu de croissance. Ces nutriments peuvent être fournis de manière exogène à fin d'atténuer les effets néfastes du sel (ASLAM et al.1992).

Dans ce contexte, la fertilisation organique est considérée parmi les meilleures solutions préconisées pour combattre l'effet de la salinité et pour améliorer les rendements de cultures stratégiques, mais très consommatrice en éléments fertilisants tels est le cas de la culture de la pomme de terre.

Toutefois, la fertilisation organique doit être bien raisonnée et équilibrée pour mettre une bonne alimentation de la plante et d'assurer la disponibilité de tous les éléments nécessaires (macro et micro éléments) à la plante en période de fortes exigences.

Compte tenu de toutes ces considérations l'objectif du présent travail consiste à :

- ✓ Analyser chez la pomme de terre (retenue comme plante test), les effets de doses croissantes d'un fertilisant organique riche en éléments nutritifs (fumier de volailles) sur les paramètres de croissance et ceux de rendement, en comparaison avec un témoin sans aucun apport et à l'engrais minéral, et ceci en fonction de l'importance de degré de la salure dans trois sites expérimentaux.
- ✓ Evaluer la réponse biochimique de la pomme de terre (variété Spunta) à la salinité en présence de fertilisants organiques, à travers l'analyse des composés biochimiques de résistance à la salinité à savoir : La proline et les protéines pour les composés azotés, et les sucres solubles pour les composés carbonyliques. Ainsi, que la détermination de la teneur en chlorophylle.

Première partie
Synthèse bibliographique

Chapitre I : salinité

I.1. Définition

Les sols salés se caractérisent par une accumulation de différents types de sels dans le sol. Leur pédogenèse est influencée par la présence de sels solubles (chlorures, sulfates, carbonates, bicarbonates de sodium et/ou magnésium dont la teneur élevée peut les rendre apparents à l'examen visuel et provoque une modification importante de la végétation. (KHADRAOUI, 2005).

Au niveau du globe terrestre, il existe de vastes zones où une salinité élevée fait naturellement partie de l'environnement (FITTER et HAY, 1987). La salinisation des sols représente l'étape ultime et difficilement réversible de la dégradation des écosystèmes secs (MAINGUER, 1995). Elle est liée à un excès d'évaporation par rapport aux précipitations ; lorsque le potentiel de rapport précipitation /évaporat est inférieure à 0.75 les risque sont élevés (HOPKINS, 2003).

I.2. Origine et genèse des sels

La formation d'un sol salin résulte généralement de l'accumulation de sels dans les horizons de surface. Ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel (KEREN, 2000, LEVY, 2000 ; BRADY et WEIL, 2002, ESSINYTON, 2004).

L'accumulation des sels dans les sols a pour origine des plusieurs facteurs dont les principaux sont : les eaux d'irrigations, les roches parentales plus ou moins salées, la très forte évaporation et surtout la concentration des sels dans le temps en l'absence de drainage (KHADRAOUI, 2005).

I.3. Répartition géologique et importance des sols salés

A l'échelle mondiale, les sols salés occupent des surfaces étendues et constituent un grand problème pour l'agriculture. De l'ensemble des sols cultivés du monde 23% sont affectés par des problèmes de salinité (KEREN, 2000).

En Algérie, les sols agricoles sont dans leurs majorité, affectés par la salinité ou susceptibles de l'être (DURAND, 1983).

Les sols salins sont très répons dans les basses plaines d'Oranie dans la vallée de Mina près de Relizane, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine et aux bords des chotts. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au sud de Biskra jusqu'à Ouargla et au delà (DURAND, 1983).

I.4. Classification des sols salés

Pour la classification des sols salés, les auteurs utilisent des paramètres de salinité et de sodicité pour obtenue des classes des sols salés basées sur la CE et le ESP (tableau5, Annexe (VI).

1.5- Effets de la salinité sur les propriétés physico-chimiques du sol

I.5.1. Effet de la salinité sur les propriétés physiques du sol

C'est par leurs cations que les sels solubles affectent les propriétés du sol. Il s'agit essentiellement de l'ion sodium. L'action défavorable de cet ion a l'état échangeable se traduit par la dispersion des colloïdes du sol, ce qui pour conduire à une :

- Structure dégradée ;
- Réduction de la perméabilité et de l'aération ;
- Faible disponibilité de l'eau à la plante (HALITIM, 1973, DUCHUFFOUR, 1976, HUNIN, 1981 et al) ;

I.5.2. Effets de la salinité sur les propriétés chimiques du sol

❖ pH réaction du sol

La réaction du sol (pH) est influencée par la nature des sels. Alors que certains sels sont acidifiants (CaSO_4 , HCl , MgSO_4), d'autres sont alcalinisants (NaHCO_3 , CaCO_3 , Na_2CO_3).

❖ ESP : (taux de sodium échangeable)

Le taux de sodium échangeable a une grande importance dans les sols alcalins, vu que ces derniers retiennent de faibles concentrations en sels solubles et la grande quantité de sodium se

trouve sous la forme échangeable. Tandis que, dans le cas des sols salés la grande partie de sodium se trouve dans la solution du sol.

I.6. Effets de la salinité sur les propriétés microbiologiques du sol

La teneur excessive en sel présente dans les sols un impact adverse sur les populations microbiennes et sur leurs activités. La concentration de la solution en sels entraîne une augmentation de la pression osmotique. Celle-ci inhibe le développement des micros organismes.

Toute fois la sensibilité du micro organismes à l'égard de la salinité est différentielle suivant les degrés de la salure. En effet la relation entre la salinité et l'activité microbienne n'est apparemment pas une fonction linéaire mais représente une valeur seuil de salinité au-delà de laquelle il ya une forte diminution HALITIM et DELLAL ,1992 (in OUSTANI. 2006).

I.7.Effets de la salinité sur les végétaux

I.7.1. Effets de la salinité sur les processus physiologiques de la plante

-Effet sur la germination

La germination des plantes qu'elles soient halophytes ou glycophytes est affectée par la salinité (DEBEZ et al, 2001), en réduisant le nombre totale des grains germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (ISMAIL, 1990).

-Effet sur la croissance et le développement

La salinité constitue avec la sécheresse une des principales contraintes responsables de la perte du rendement des cultures et de la détérioration du couvert végétal (MESSEDI et ABDELLY, 2004).

Le ralentissement de la croissance peut résulter de plusieurs facteurs à savoir :

- La perte de turgescence des cellules due au stress osmotique induit par le soluté externe (SERRANO et GAXIOLA, 1994) ;
- L'accumulation excessive d'électrolytes dans les tissus de la plante entraînant un effet de toxicité (GROUZIS et al, 1977) ;

- Le déséquilibre nutritionnel causé par l'absorption réduite des ions essentiels comme K^+ , Ca^{++} et NO_3^- en liaison avec une accumulation excessive de Na^+ et Cl^- . (GROUZIS et al, 1977 ; HAOUALA et al. 2007).

I.7.2. Effets de la salinité sur les processus biochimiques

❖ Effets sur la photosynthèse

En générale la salinité intervient en diminuant la vitesse de la photosynthèse par unité de surface foliaire ainsi, que l'utilisation des photosynthétats pour la croissance (ASLOUM, 1990). Chez les glycophytes une concentration saline réduit l'assimilation du carbone. La réduction de l'assimilation du carbone est provoquée à la fois par une photosynthèse réduite et un maintien accru de la respiration (HOPKINS, 2003).

Le stress salin cause des effets à long et à court terme sur la photosynthèse. Les effets à court terme se manifestent après quelques heures jusqu'à un à deux jours de l'exposition au stress, et la réponse est important il ya un complément arrêt de l'assimilation du carbone. Les effets à long terme s'expriment après quelques jours de l'exposition au sel et la diminution de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation du sel dans les feuilles en développement MUNN et TERMATT, 1986 (in PARIDA et DAS ; 2005).

❖ Effet de la salinité sur les protéines

La salinité freine la protéogénèse et augmente la protéolyse. Ces perturbations entraînent une accumulation d'amino-acides et d'amides libres (ASLOUM, 1990).

Il a été observé que de concentration importante de protéines s'accumule dans des cultures de cellules de tabac soumises à de forte concentration de Na Cl et de polyéthylène glycol (PEG) (ZID et GRINUN, 1991). Cette protéine de 26KDa, induit a la fois par Na Cl et PEG a été appelée osmotine en raison de son apparition dans des conditions de faible potentiel hydrique ou de choc osmotique (HOPKINS, 2003).

❖ Effets de la salinité sur les sucres totaux

Chez diverses espèces plus ou moins résistantes, on a observé une augmentation des sucres totaux résultant d'un blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon (ASLOUM, 1990).

I.8.Mécanismes d'adaptation des plantes à la contrainte saline

1. Mécanismes de résistance à la salinité chez les végétaux

Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter les stress salin qui diffèrent selon la catégorie de la plante (BERTHOMIEU et al, 2003). Chez les plantes sensibles à l'NaCl, le Na⁺ s'accumule dans les racines mais il est exclu des feuilles. Ces plantes sont dites (excluser). A l'inverse les plantes tolérantes NaCl sont dites (incluser) car elles ont en générale des feuilles plus chargée en Na⁺ que les racines, lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel (HAOULA et al, 2007).

▪ Exclusion

Les plantes peuvent empêcher l'absorption excessive de sels par exclusion du sel au niveau des racines et de la partie inférieure de la tige. Dans ce cadre, la sortie de Na⁺ des vaisseaux du xylème en échange d'une entrée de K⁺ avoisinant joue un rôle important dans la tige et les racines (LUTTGE et al, 2002).

▪ Inclusion

La plante capte le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. En fait, les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituant cellulaires vitaux (BERTHOMIEU, et al 2003).

2. Mécanismes d'adaptation des plantes à la salinité

❖ Adaptations morphologiques

De nombreux chercheurs ont étudié l'écologie, la morphologie et la physiologie de certaines halophytes (LEMME, 1978 ; HELLER et al 1998, SMAIL SAADOUN, 2005). La morphologie et la structure de ces dernières sont adaptées dans le sens de l'économie d'eau (SALOUM, 1990, HELLER et al, 1998). Le sel en effet dans la solution du sol gêne l'alimentation hydrique. Les caractères liés à cette adaptation sont :

- Une cuticule épaisse.
- Des stomates rares Des cellules à grandes vacuoles permettant de stocker le NaCl.

- Une succulence des feuilles qui deviennent épaisses (HELLER et al, 1998).

❖ Adaptations anatomiques

Généralement les plantes répondent à de graves stress hydrique ou salin en fermant leurs stomates de façon à réguler la perte d'eau par la transpiration des feuilles sur la vitesse d'absorption de l'eau par les racines (REINOSO et al. 2004).

3. Adaptations physiologiques

La tolérance à la contrainte saline est associée à trois caractéristiques physiologiques essentielles :

- Une utilisation efficaces des ions Na^+ et Cl^- dans l'ajustement osmotique est le maintien de la turgescence ;
- Une bonne compartimentation vacuolaire de Na^+ et Cl^- au niveau des feuilles ;
- Une sélectivité d'absorption et de transport en faveur de K^+ malgré l'excès de Na^+ dans le milieu de culture (TARCHOUNE et al, 2004) ;

4. Adaptations métabolique et accumulation des solutés organiques

L'une des réponses les plus communes des plantes aux stress est la production de différents types de solutés dites solutés compatibles. Ces dernières sont de petites molécules très solubles habituellement non toxiques à hautes concentrations dans les cellules (NEDJIMI et al, 2006, ASAHRAF et FOOLAD, 2007). Ils sont qualifiés de compatibles car ils ne perturbent pas les interactions entre les macromoléculaire et le solvant (CALU, 2006).

Ces composés par leur concentrations assurent l'ajustement osmotique entre le cytosol et la vacuole (HELLER et al, 1998 ; CALU, 2006).

- **Acides aminés et dérivés**

Les tissus des plantes halophytes accumulent de grandes quantités d'acides aminés et leurs dérivés dans le cytosol mais aussi dans la vacuole, la proline la B-alanine et la taurine sont les plus connus (HASEGAWA et al, 2000).

- **Prolines**

La proline est souvent citée comme l'osmoticum le plus largement distribué et accumulé sous des conditions environnementales varie (LEPOIVRE, 2003), son accumulation et l'une des manifestations les plus remarquables du stress salin et hydrique. Le précurseur privilégié de la proline dans les situations de stress est le glutamate alors qu'en situation normale, la voie de l'ornithose apporte aussi une contribution à la synthèse de cet acide amine (YOSHIBA et al, 1995). La synthèse a lieu dans le cytoplasme et fait intervenir deux enzymes, la pyrroline-5- carboxylate synthétase (P5VS) et la pyrroline-5-carboxylase réductase (P5CR) (ZHANY et al, 1995).

- **Glucides solubles et acide organiques**

- **Les glucides solubles**

Le stress salin induit chez plusieurs espèces de plantes des modifications dans les teneurs relatives des hydrates de Carbone avec une accumulation plus ou moins importante des sucres solubles totaux (saccharose, glucose et fructose) (REGRAGUI, 2005). Ces derniers semblent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique (POORMOHAMMAD KIANI, 2007). Ils participent au maintien de la balance de la force osmotique pour garder la turgescence et le volume cytosolique aussi élevé que possible et permettent également une préservation de l'intégrité membrane ainsi qu'une protection des protéines (ZERRAD et al, 2006).

- **Acides organiques :**

L'augmentation de la concentration des acides organiques est l'une des conséquences de stress salin et hydrique notamment chez les crassulacées (VENEKANP, 1989). Les acides organiques représentent une source de carbone pour biosynthèse de proline via α -cétoglutarate intermédiaire de cycle de Krebs qui donne par transamination la glutamate précurseur de la proline.

Les acides organiques tels que l'acide malique, l'acide succinique, l'acide citrique et l'oxaloacétate permettent de contre balancer l'accumulation des cations d'origines saline (FLOWER et al, 1977).

Chapitre II : Fertilisation organique

II.1. Définition de la fertilisation

La fertilisation est le procédé qui vise à améliorer l'aptitude d'un sol à assurer de façon régulière au moyen d'actions qui modifient les propriétés physico-chimiques et biologiques de celui-ci (SOLTNER, 2003).

Par ailleurs la fertilisation organique conduit à une nutrition plus progressive de la plante. Ce qui peut entraîner un meilleur équilibre de la plante au niveau nutritionnel, évitant l'excès d'absorption d'azote et les risques de perte des autres éléments nutritifs par lessivage. CABOSSENT (in LECHERC, 1995).

II.2. Origine et formes des matières organiques

La matière organique du sol peut être définie comme une matière carbonée provenant de la position et du métabolisme d'êtres vivants végétaux, animaux et microbiens. Elle est composée d'éléments principaux (le carbone C, l'hydrogène H, l'oxygène O et l'azote N) et d'éléments secondaires (le soufre S, le phosphore P, le potassium K, le calcium Ca et magnésium Mg)

Généralement les matières organiques se trouvent au niveau du sol sous 4 formes :

- La matière organique vivante, animale, végétale et microbienne qui constitue la totalité de la biomasse en activité ;
- Les débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats) animale (déjections, cadavres) et microbienne (cadavres, exsudats) appelés matière organique fraîche ;
- Des composés organiques intermédiaires appelés matière organiques transitoires (évolution de la matière organique) ;
- Des composés organiques stabilisés, les matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes (DUCHAUFOR, 1995).

II.3. Evolution de la matière organique

D'après DUCHAUFOR (1995), l'évolution de la matière organique fraîche (M.O.F) engendre l'humus un peu de la même façon que les minéraux primaires qui donnent naissance à l'argile.

a. Minéralisation primaire M1

La minéralisation primaire M1 dégrade la matière organique fraîche en particulier ces composants peu résistants comme les glucides, les protéines et les acides amides ainsi que les lipides et les acide nucléiques. Si elle est totale les produits de la transformation sont des cations, des anions et des molécules simples comme l'eau et le CO₂. Le devenir de ces substances solubles dans la solution du sol est comme suit (figure n°1).

- Evacuation dans l'atmosphère du CO₂, H₂O, NH₄⁺, N₂, H₂S par échanges gazeux
- Absorption par des cations anions de H₂O par les végétaux
- absorption du CO₂, NH₄⁺, SO₄⁻², et PO₄⁻³ par les micro-organismes
- Fixation du K⁺, NH₄⁺ sur le complexe adsorbant
- Entraînement du K⁺, Na⁺, Ca⁺², et NO₃⁻ par lixiviation.

b. Humification :

Sous le terme général l'humification se cache trois voies de synthèse de matière organique stabilisée, formant l'humus :

- Humification par héritage (H1) qui donne l'hémine résiduelle ou héritée.
- Humification par polycondensation (H2) qui fournit l'humine d'insolubilisations.
- Humification par néo synthèse bactérienne (H3) qui fournit l'humine microbienne.

L'ensemble de ces trois humine (résiduelle, d'insolubilisation et de néosynthèse microbienne) forme la partie la plus insoluble et la plus stable de l'humus qui est l'humine (GOBAT et al, 1998).

c. Minéralisation secondaire (M2)

C'est la phase la plus lente (1 à 3%) de la matière organique unifiée est minéralisée par an mais aboutissant au même résultat que la minéralisation primaire et concernant les molécules organiques préalablement synthétisées par l'humification. Ces molécules sont plus stables et résistent mieux à la dégradation (GOBAT, et al, 1998).

On désigne le coefficient de minéralisation (K2) qui dépend la nature du sol, c'est-à-dire de son pouvoir minéralisateur. A ce sujet RENY et MARTIN, 1993 (in OUSTANI, 1994) citent quelques valeurs du coefficient de minéralisation (K2).

- Sableux neutre : 0.020 %

- Sableux acide : 0.010 %
- Sableux calcaire: 0.017 %

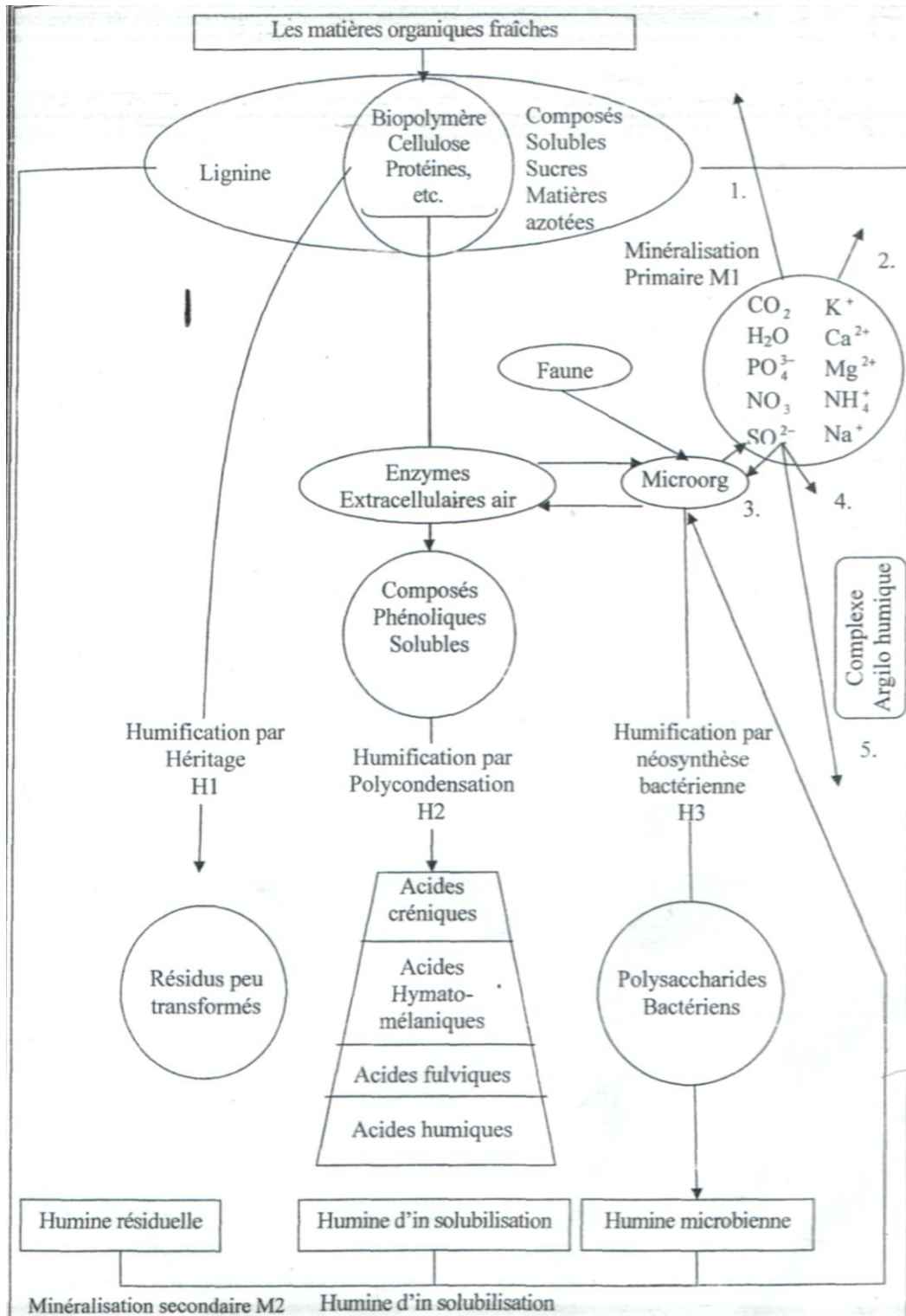


Figure n° 1 : Principes généraux de l'évolution de la matière organique dans le sol (SOLTNER, 2003 in GOBAT, 1998)

II.4. Fumure organique

II.4.1. Les formes d'apports exogènes des matières organiques aux sols

➤ Le fumier

Le fumier est un mélange de déjections animales (solides ou liquides) avec une litière, soumise à l'action micro-organismes qui amorcent sa décomposition. Le fumier est un excellent fertilisant organique. Il contient de l'azote sous forme minérale et organique ainsi que de nombreux autre élément nutritif (ITSMI, 2004).

➤ Le compost

Le compost est un produit stable riche en humus issu de la décomposition rapide de toutes les matières organiques fumier, résidu et récolte, déchets agro-industriels, déchets animaux, déchets ménagers (MUSTIN, 1987).

➤ Les résidus de culture

Les résidus de culture frais et les engrais verts (plantes cultivés expressément pour être incorporées au sol dont elles enrichissent la teneur en matière organique) (SOLTNER, 2003).

II.4.2. Facteurs influents sur la vitesse et degré de la décomposition des apports organiques apportés au sol

De nombreux facteurs peuvent influencer la dégradation des divers sols tracs organiques appliqués au sol, on peut les classer comme suite :

- **Rapport C/N**

On utilise souvent le rapport C/N pour comparer la teneur en azote du sol. Ainsi plus la valeur du ratio C/N de la matière organique est élevé, plus l'activité microbienne est limitée par la quantité d'azote disponible dans le sol ce qui indique une faible décomposition de la matière organique.

- **Oxygène disponible**

Le pouvoir oxyda-réducteur, étant pour une large partie dépendant des qualité texturales et structurale du sol, ainsi que son état d'humidité (MOREL, 1989). Les substrats se décomposent lentement et ne subissent qu'une oxydation incomplète dans les conditions d'anaérobiose.

- **Température**

Les différents micros organismes exigent différentes températures optimales pour une croissance et une activité maximale. C'est à des températures de 28 à 35°C que les substrats se décomposent le plus vite (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970).

- **pH du sol**

Tandis que les différents types de micro organismes du sol ont chacun son pH optimum de croissance, le pH optimum correspondant a la décomposition rapide des l'ensemble des substances se situé entre 6.5 et 8.5.

- **Teneur en humidité**

Dans le sol à fort potentiel hydrique se produit la prolifération et l'activité maximale des bactéries. Les champignons cependant peuvent croître et survivre dans des sols à potentiel hydrique beaucoup plus (sols secs) où les bactéries sont moins actives.

Signalons enfin, que la plupart de substances appliquées au sol se composent d'une fraction soluble et d'une fraction insoluble dans l'eau, dont la vitesse de décomposition varie considérablement (MUSTIN, 1987).

II.4.3. Actions de la matière organique sur les propriétés du sol

Sur le plan de la fertilité, la matière organique exerce une action profonde aussi bien a l'état frais qu'a l'état d'humus stabilisé. Si son action est différente suivant son degré d'évolution, elle existe normalement dans les sols à tous les états.

Une fois mise dans le sol, la matière organique à des actions physiques chimiques et biologiques :

- Actions de la matière organique sur les propriétés physiques du sol

- Les matières organiques fraîches, à la surface du sol atténuent le choc des gouttes des pluies et permettent à l'eau pure de s'infiltrer lentement dans le sol, l'écoulement en surface et l'érosion sont aussi réduits (BALESDENT, 1996).
- Les matières organiques assurent la cohésion des autres constituants du sol entre eux et contribuent à la structuration du sol et à la stabilité structural, ceci est dû au grand nombre de ; liaisons électrostatiques et surtout de liaisons faible que MO peuvent assurer (BALESDENT, 1996).
- La capacité de rétention du sol pour l'eau est en effet liée à la teneur en MO, d'après DELAS (in OUSTANI, 2006) l'apport de matière organique au sol fait augmenter la capacité de rétention en eau du sol de 30 %.

-Actions de la matière organique sur les propriétés chimiques du sol

La matière organique assure la nutrition minérale des plantes par les éléments nutritifs qu'elles libèrent lors de sa minéralisation et ceux qu'elles présentent d'un lessivage grâce à une augmentation des sites d'absorption HALITIM et BENABADJI (in OUSTANI, 2006).

Les MO contribuent classiquement à la fertilité chimique des sols. Elles sont des réserves d'éléments nutritifs principalement pour l'azote, phosphore, potassium et le soufre (BALESDENT, 1996).

En fait, la minéralisation abondante et rapide des matières organiques jeunes et la minéralisation lente d'humus sont une matière minérale assimilable par la plante.

Par ailleurs les colloïdes humiques augmentent la capacité d'échange du sol. Un gramme fixe environ 5 fois plus de cations qu'un gramme d'argile (SOLTNER, 2003).

- Actions de la matière organique sur les propriétés biologiques du sol

Les matières organiques assurent l'activité biologique en fournissant aussi microbes hétérotrophes des matières nécessaires pour leurs propres synthèses protéiques et pour leurs besoins énergétiques, elles remplissent ces fonctions lorsqu'elles sont à l'état frais quand à la phase de l'humification DAVET et al (in OUSTANI, 2006).

II.4.4. Compositions de quelques fertilisants organiques de ferme

Comparés aux engrais chimiques les fertilisants organiques de ferme sont des engrais complet : les propriétés biologiques, physiques et chimiques du sol sont améliorées par des apports réguliers de fumiers.

A la fois engrais et amendement, les fumiers ont des effets bénéfiques sur la fertilité et sur l'équilibre des sols.

Tableau n°1 : compositions comparées de plusieurs types des fumiers

Type d'animal	MO (kg/t)	P2O5	K2O (kg/t)	N tot (kg/t)
Bovines (stabilisation entravée)	150	3.1	7	5
Bovines (stabilisation libre)	175	2.4	12	5
Chevaux	175	2.4	12	5
Montons et chèvres	180	2.5	12	5.5
Porcs	200	6.3	7	9
Volailles	300-400	18-25	14	20-40

D'après ce tableau on remarque que la composition chimique du fumier de volailles, en fait un engrais très convenable en raison de ses concentrations en éléments nutritifs : azote, phosphore et potassium. Il contient en moyenne 3 à 4 fois plus d'éléments nutritifs que les autres fumiers. Il s'agit d'un excellent moyen pour engraisser, les sols fertilité médiocre (OUSTANI, 2006).

II.5.Fumier de volailles

Il existe deux sous produits avicoles :

1. Fiente ou lisier de volaille

Ce sont les excréments formés du mélange de déjections solides et liquide (fèces + urines) ces déjections parviennent des installations d'élevage en cage ou batteries, donc produites en majorité par les poules pondeuses (ANONYME, 1984).

2. Litières de volaille ou fumier de volaille

Quand les volailles sont élevées sur une litière, le mélange fiente + paille constitue la litière de volaille ou fumier de volaille.

Les matériaux les plus utilisés comme litière sont : la paille, les copeaux de bois et les sciures. Les litières sont issues en majorité de la production de poulet de chair. Les litières de volailles présentent en raison de la paille qu'elles contiennent un plus grand intérêt que les fientes seules (ANONYME, 1984).

-Facteurs de variation de la composition des déjections avicole

La composition des déjections avicole varie en fonction de plusieurs facteurs :

- L'âge et le type de volaille (pondeuse, poulette, poulet de chair) a fissent sur la teneur en eau des fientes ; les poules plus âgées produisent des fientes plus humide par contre la teneur en azote diminue.
- Le régime alimentaire ; le régime (chair) (production de poulet) donne des déjections riches en azote, le régime (pondeuse) ou (poulette) donne des déjections riches en phosphore et en chaux.
- La durée de stockage ; BERGDOLL cité par COUCH (1972) considère que la teneur en N diminue avec la durée de stockage (33% d'N /MS le premier juin du stockage et 11% DN/MS après deux semaine de stockage).
- Etat sanitaire des volailles ; l'influence de l'état sanitaire des volailles sur la composition des fientes est appréciable du fait que lorsque la volaille est malade elle ne mange pas ce qui se traduit par une déjection pauvre en éléments fertilisants (ANONYME, 1984).

Chapitre III : Pomme de terre

III. 1. Présentation et origine de la pomme de terre

La pomme de terre semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine. Sa consommation par la population indienne date des temps immémoriaux. Elle fut introduite en Europe, vers les deuxièmes moitiés du 16^{ème} siècle par les navigateurs ou les pirates.

Et c'est l'entrée de la pomme de terre dans l'alimentation humaine qui a éloigné pour toujours la famine qui sévissait périodiquement (GRISON, 1993).

Les caractéristiques de pomme de terre sont présentées dans l'Annexe (I)

III.2. Importance économique de la pomme de terre

✓ Dans le monde

La production mondiale en pomme de terre est évaluée à 3232155 millions de tonnes en 2005 et la superficie totale s'est élevée à 19321500 ha pour la même année. Ce qui représente une moyenne de rendement à l'hectare de 16.73 t/ha (FAO, 2008).

✓ Dans l'Algérie

En Algérie la pomme de terre occupe une place extrêmement importante actuellement 38% de la superficie cultivée maraîchères et de 30% de la production totale.

Tableau n°2 : Superficie et la production algérienne de la pomme de terre

Surface récoltée (ha)	Production (t)	Rendement (t/ha)
90 000	1900000	21.1

(FAO ,2008)

III.3. Exigences de la culture de la pomme de terre

Pour mettre en place la culture de la pomme de terre, il doit prendre en compte de leurs exigences qui sont :

3.1. Exigences écologiques

-Exigences climatiques

a. Température

Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges ; par contre les basses températures favorisent d'avantage la croissance du tubercule. La pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8 °C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit. Une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation (BAMOUEH, 1999)

b. Lumière

La pomme de terre est une plante héliophile. La croissance de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18 h) une photopériode inférieure à 12 h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures (MOULE, 1972).

c. Humidité

Dans le cas d'une culture de pomme de terre, l'humidité est un facteur limitant de la production. Un taux suffisant d'humidité est suffisant pour permettre à la plante de suivre son développement le plus normalement avoir des conséquences très grave vis-à-vis des rendements surtout aux stades croissance et tubérisation (ABD EL MONAIM, 1999).

-Exigence édaphiques

- **pH**

Dans les sols légèrement acides ($\text{pH } 5.5 < a < 6$), la pomme de terre peut donner de bons rendements. Une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (BAMOUEH, 1999).

- **Structure et texture du sol**

En général, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière (texture sableuse ou sablo-limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante. (Texture argileuse ou argilimoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule (ABD EL MONIAN, 1999).

3.2. Exigences agronomiques

a. Eléments fertilisants

La pomme de terre est une plante très consommatrice des éléments fertilisants, que ceux-ci soient apportés par une fumure organique ou par une fumure minérale. La fertilisation de cette culture doit être raisonnée pour permettre à la plante de croître et de produire d'une part et éviter le gaspillage inutile des éléments fertilisants d'autre part.

Les principaux éléments fertilisants, sont surtout l'azote, phosphore, potasse Magnésium et calcium et surtout de leur apport raisonné équilibré

➤ Azote

Cet élément augmente la vigueur des plantes et assure aux tiges un développement puissant et favorise donc la formation des tubercules. Il augmente non seulement le rendement mais aussi la richesse en fécule. Or, rapporté en excès ou trop tard et sous une forme peu assimilable.

Lors de la plantation l'azote peut être appliqué sous forme de sulfate d'ammoniaque, vu son assimilation progressive. Les formes nitrates, sont toujours fractionnées au cours de la culture vu leur solubilité rapide.

➤ **Phosphore**

Le phosphore intervient dans les phénomènes de floraison, fructification et maturation d'où son action comme facteur de précocité et le rendement il est connu également comme facteur favorise le développement racinaire. Le phosphore est difficilement absorbé par la plante. Pour cela il doit être appliqué avant plantation et sous forme la plus assimilable.

➤ **Potasse**

Le potassium est l'élément majeur pour la tubérisation. Il facilite la migration de la féculé et sa concentration dans les tubercules. Il favorise le développement de la plante et augmente sa résistance au froid, aux maladies et aux accidents physiologiques. La carence en K cause des nécroses. La forme sulfate est plus préférable que la forme chlorure.

***Dose et période d'application**

Les quantités des éléments minéraux préconisées pour la culture de pomme de terre sont les suivantes :

- Azote : 20 à 30 unités soit 100 à 150kg de sulfate d'ammoniaque à 21%.
- P_2O_5 : 150 unités /ha soit 850 kg de super phosphate à 18% .
- K_2O : 180 à 200 unité /ha soit 375 a 400kg de sulfate de potasse à 48% .

-Fumure de couverture

Azote : 100 unité /ha soit 300 kg d'ammonitrate à 33.5% fractionnés en trois période : levée, 1^{er} buttage et 2^{ème} buttage (BEMONH, 1999).

Ces quantités ne sont que des moyennes et doivent être adaptées en fonction de la richesse du sol

-Fertilisation organique

Le fumier est un excellent amendement organique des productions végétales. Il contient de l'azote sous forme minérale et organique ainsi que de nombreux autres éléments nutritif.

En tête d'assolement, la pomme de terre nécessite 30 à 40 t/ha de fumier surtout en culture de primeurs. Après un précédent cultural bien fertilisé. On se contente de 20 T/ha (BEMONH, 1999).

b. Exigences hydriques

En comparaison avec les autres cultures maraîchères, la pomme de terre est très sensible à la fois au déficit hydrique et l'excès d'eau. Une courte durée de sécheresse peut affecter sérieusement la production. De même un excédant d'eau entraîne l'asphyxie des racines et la pourriture des tubercules. Des variations excessives de l'humidité du sol ; influence la qualité en provoquant la croissance secondaire des tubercules.

*** Dose d'irrigation**

Les besoins hydriques de pomme de terre s'évaluent entre 400 et 600 mm selon les conditions climatiques, le type de sol et la longueur du cycle (BEMONH, 1999 ; SKIREDJ, 2007).

*** Fréquence d'irrigation**

Au cours de la germination, la quantité d'eau nécessaire est faible. Le tubercule mère doit être entouré du sol humide, mais pas mouillé.

*** Les effets du stress hydriques selon le stade de la plante**

III.4. Effets de la salinité sur la pomme de terre

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. A la concentration de 3g/l, ce sel diminue de 50% la croissance de la plante (BOUAZIZ, 1980).

Deuxième partie
Matériels et méthodes

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

I.1.Situation géographique

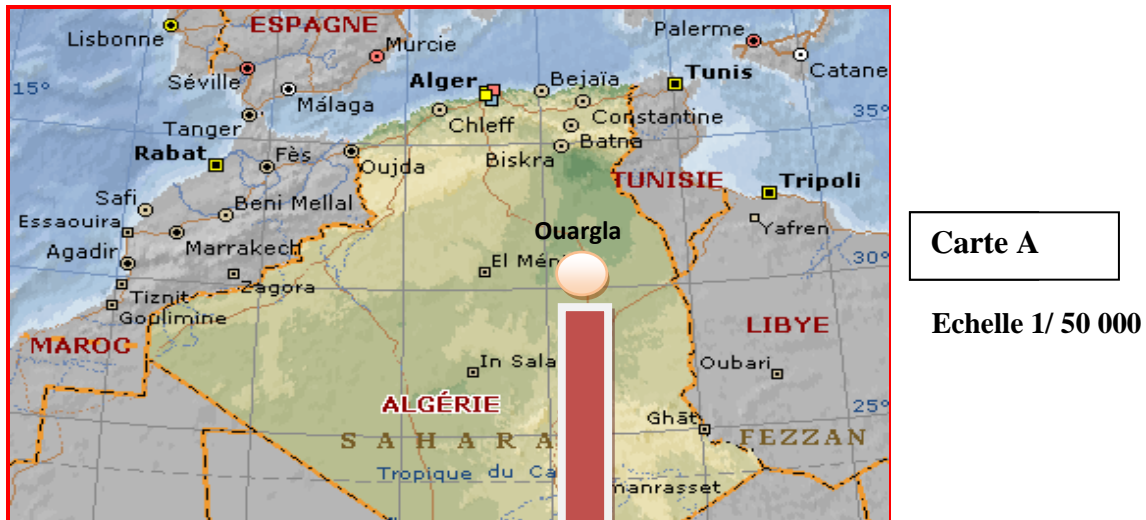
La ville d'Ouargla, chef lieu de Wilaya est située au Sud-est de l'Algérie (figure 01) au fond d'une cuvette très large de la vallée de l'Oued M'ya (ROUVILOIS, 1975). Elle couvre une superficie de 163.230 km².

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

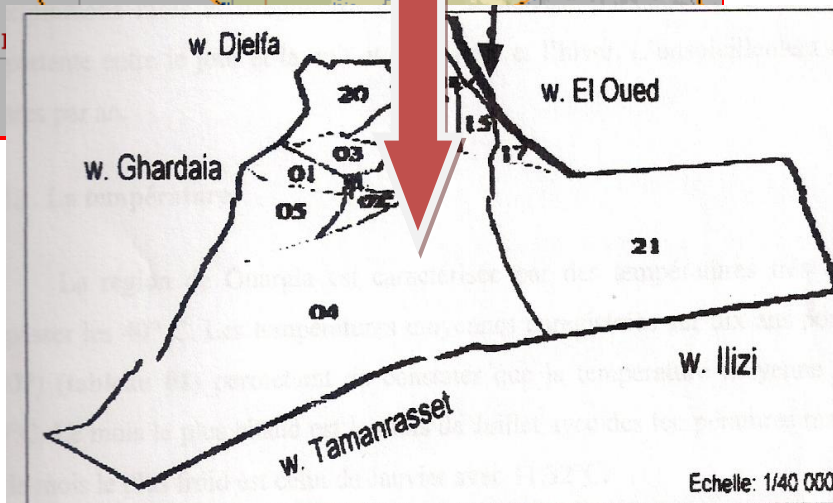
Les coordonnées géographiques de la ville sont les suivantes :

- Altitude 157m.
- Latitude 31°57 Nord.
- Longitude 5°20 Est.



Carte A

Echelle 1/ 50 000



Carte B

Les communes de la région Ouargla	
01	Ouargla
05	Rouissat
03	N'agoussa
02	Aine beida
11	Sidi khouiled
12	Hassi ben Abdellah

Carte A : Carte de l'Algérie (Encarta, 2004)

Carte B : Division administrative de la wilaya d'Ouargla (D.P.A.T.2001)

Figure n°2. Situation géographique de la région d'Ouargla

I. 2. Le Climat

Le climat est une composante de 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, 1999).

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.

I. 2.1. Les températures

La région d'Ouargla est caractérisée par des températures très élevées qui peuvent dépasser les 40°C. Les températures moyennes enregistrées sur dix ans pour la période (2001-2010) (tableau n° 3) permettent de constater que la température moyenne annuelle est de 16.42°C. Le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec des températures maximales de 43.71°C et le mois le plus froid est celui de Janvier avec des températures minimales de 18.9 °C.

I. 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 janvier (17.06 mm). Le cumul des précipitations annuelles sur 10 ans (2001-2010) est de 56.31mm.

I. 2.3. L'humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible avec une moyenne annuelle de 42.6%. Elle diminue au mois de janvier 59.3 % jusqu'au mois de Juillet 24.8%. Puis elle augmente pour atteindre une moyenne de 65.8 % au mois de Novembre (tableau n° 3).

I.2.4. L'évaporation

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 à la plante.

La région d'Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante, son intensité étant renforcée par les vents, notamment par ceux qui sont chauds (TOUTAIN, 1979). Elle est de 280.58/an avec un minimum de 95.5mm au mois Décembre, le maximum enregistré est de 500.00mm au mois de juillet (tableau n° 4).

I. 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. La durée d'insolation moyenne annuelle est de 269.54 heures/an avec un maximum de 335 heures au mois de Juillet et un minimum de 202.2 heures au mois de décembre (tableau n° 3).

I. 2.6. Les vents

Les vents sont fréquents durant toute l'année, avec une vitesse moyenne qui varie entre 3.01 et 5.02m/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 n°3 : Données climatiques de la Région de Ouargla

(Moyennes sur une période de dix ans de 2001-2010) (ONM, Ouargla 2010).

Paramètres mois	T Max Moy (°C)	TMin Moy (°C)	T Moy Moy (°C)	P Moy Moy (mm)	Hr Moy (%)	Vit Moy V (m.s)	Durée Moy I (h)	E Moy (mm)
Janvier	18.9	5.28	12.09	17,06	59,3	3,27	249.9	109.6
Février	21.27	7.24	14.26	0,79	52	3,66	247	148.7
Mars	25.94	10.98	18.46	5	42,4	4,34	264.3	232.3
Avril	29.9	15.14	22.52	3	35,7	4,77	283.1	304.2
Mai	34.8	19.96	27.38	0,73	32,9	4,71	269.8	371.3
Juin	37.06	24.9	30.98	0,64	32,9	5,02	296.9	442.7
Juillet	43.71	28.28	36	0,2	24,8	4,42	335	500
Aout	43.37	27.7	35.53	1,84	27,7	3,78	322.6	468
Septembre	37.09	23.36	30.22	6,4	27,7	3,81	257.9	310
Octobre	32.26	17.95	25.10	11,63	45,6	3,76	256.8	245.8
Novembre	23.93	10.14	17.04	6,36	65,8	3,16	249	139
Décembre	19.24	6.13	12.69	2,66	60,3	3,01	202.2	95.5
Moy Ann	30,62	16,42	16,42	56,31*	42,6	3,98	269.54	3367*

* Cumul; Tmax : Température maximale; Tmin : Température minimale ; P : Précipitations; Hr : Humidité relative de l'air; Vit moy V : Vitesse moyenne de vent; I : Insolation; E : Evaporation.

***Diagramme Ombrothermique**

BAGNOUL et GAUSSEN (1959), proposent de définir les conditions bioclimatiques d'une région par l'importance de la saison sèche. Un mois est considéré sec, quand le total mensuel des précipitations en mm est égal ou inférieur ou double de la température en degré Celsius (DUVIGNEAU, 1982). Pour la région d'Ouargla la période sèche s'étale sur toute l'année (figure (2)).

Il consiste à placer en abscisse les mois de l'année, en ordonnées les températures (à gauches) et les précipitations (à droites) avec l'échelle 1 °C =2 mm de précipitation. (1953).

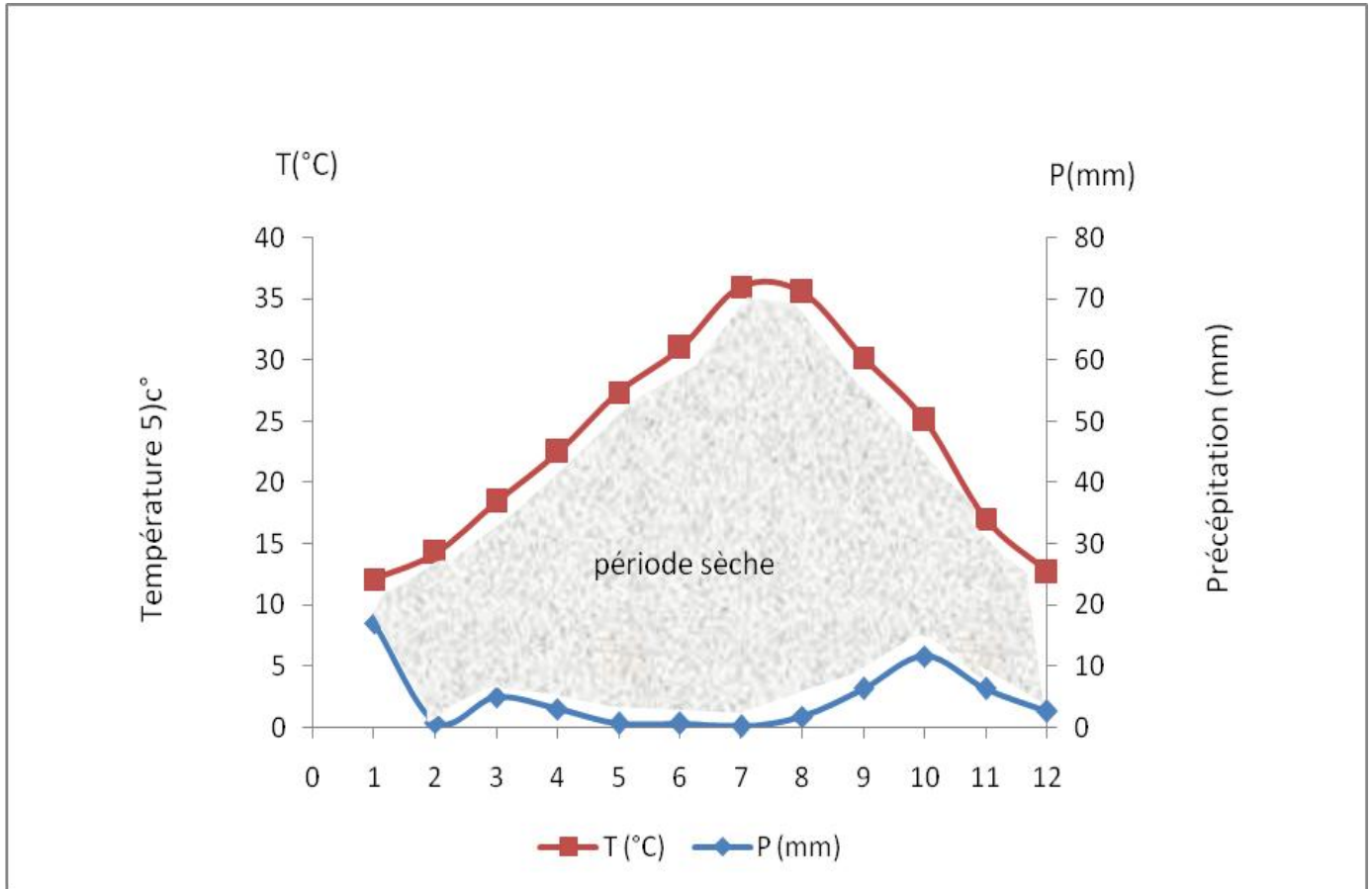


Figure n°3 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région d'Ouargla (2001-2010)

***Climagramme d'EMBEGER :**

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Pour classer le bioclimat du Ouargla nous avons utilisé la formule $(Q_2 = 3.430 P / (M - m))$ adapter pour l'Algérie par STEWART (1969) (LEHOUEIROU, 1995) avec :

Q_2 : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M : Moyenne des maxima du mois le plus chauds en °C.

M : Moyenne des minima du mois le plus froids en °C.

D'après la figure (04), Ouargla est caractérisée par un climat saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q_2) est de 5,02.

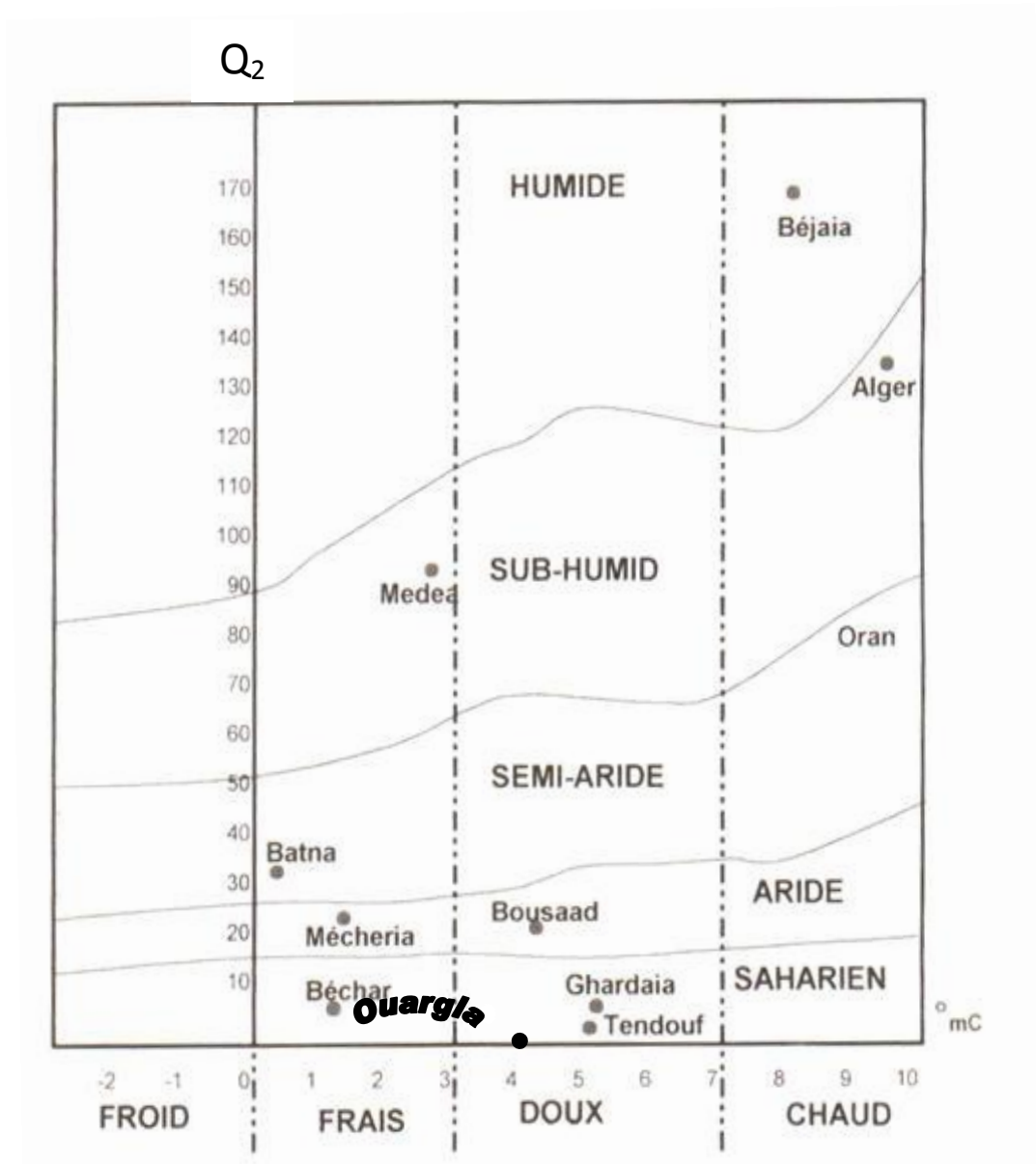


Figure n° 4: Climagramme d'EMBERGER de la région de

1.3. Le sol

Selon HALILAT (1993), les sols de Ouargla sont légers à prédominance sableux et à structure particulière, Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une faible activité biologique, une forte salinité et une bonne aération, On distingue dans la région trois types de sol :

- ❖ Sol sal sodique
- ❖ Sol hydro morphe
- ❖ Sol minéral brut

Donc le sol est un support pour les cultures et un réservoir pour les eaux et les éléments nutritifs, il assure le stockage des éléments nécessaire à la vie des végétaux et leur réapprovisionnement (DUBOST ,2002).

1.4. Les ressources en eau

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

1.4.1. La nappe phréatique

La nappe phréatique est contenue dans les sables alluviaux de la vallée de Ouargla. Sa profondeur varie de 1 à 8 m selon les lieux et la saison, elle s'écoule du sud vers le Nord, selon la pente de la vallée, Sa température varie entre 15 et 20 °C. C'est une source cruciale pour l'irrigation dans les palmeraies bours (ROUVILOIS, 1975) .Les analyses des eaux de la nappe phréatique montrent que sont salées avec une conductivité électrique de l'ordre de 5 à 10 dS/m et parfois dépasse les 20 ds/m (A. N. R. H, 1999).

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. (ROUVILOIS, 1975).

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 .Cette nappe est très mal connue. La profondeur exploitation varie de 140 à 200 m (ROUVILLOIS, 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 m et 1380 m. Comparativement aux eaux de la nappe Miopliocène, les eaux de nappe

albiennes sont caractérisées par des températures très élevées de l'ordre de 55 °C par contre elles présentent une faible salinité environ 2,8 g/l de résidu sec (ROUVILLOIS, 1975).

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Présentation des sites expérimentaux (Ferme BABZIZ)

Dans le but d'étudier l'effet de la fertilisation organique sur l'amélioration de la résistance de la plante de la pomme de terre à la salinité en présence de fertilisants organiques, trois sites à des niveaux de salinité différents ont été retenus dans la ferme de BABZIZ, située dans le secteur Sud-Est de la palmeraie de Hassi Ben Abdallah et à 26 Km du chef de la wilaya d'Ouargla. La localisation de ces sites est présentée dans les figures n°5.

L'expérimentation a été menée en plein champ sur des parcelles conduites en goutte à goutte.

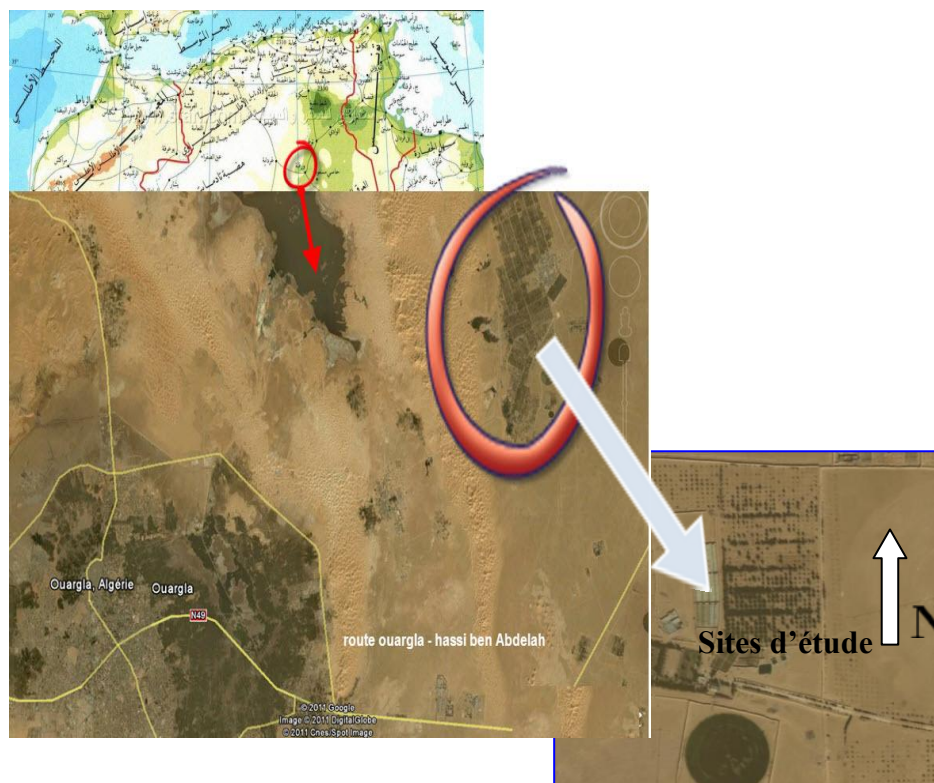


Figure n° 05 : Localisation de la région d'étude Hassi ben Abdallah (Google Earth)

2. Matériel pédologique des sites d'étude

Pour caractériser le matériel pédologique au niveau des sites d'étude, un échantillon représentatif du sol pour chaque site a été prélevé sur une profondeur de 50 cm.

3. Caractérisation analytique de l'eau d'irrigation au niveau des sites d'étude

L'analyse de l'eau d'irrigation a été réalisée au laboratoire d'A.D.E d'Ouargla.

4. Matériel organique (Fumier de volailles)

Le choix du matériel organique utilisé dans le cadre de cette étude s'est porté sur le fumier de volailles, il s'agit d'un substrat organique facilement minéralisable. Par ailleurs d'après Sahnoune (1986); Oustani (2006), ce type de fumier contient en moyenne 3 à 4 fois plus d'éléments nutritifs que les autres fumiers, il est donc est un excellent moyen pour engraisser les sols à fertilité médiocre tel est le cas du sol de nos sites expérimentaux. Pour notre essai, le fumier utilisé provient d'une exploitation d'élevage de poulet de chair.

5- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé comme plante test dans notre expérimentation est la pomme de terre puisque cette plante stratégique, constituée le second aliment le plus consommé dans le monde après le blé.

Le choix de cette espèce est basé aussi d'une part de la croissance rapide de cette plante (cycle de vie court), d'autre part parce qu'elle montre une bonne réponse à la fertilisation organique sur la quelle se base l'objectif de cette étude. La variété (Spunta) c'est une variété originaire de Hollande. Il s'agit d'une variété à grande résistance à la sécheresse, elle s'accommode bien donc aux sols sahariens.



Figure n°6 : Photo de la pomme de terre variété "Spunta"

Les caractéristiques de cette variété sont présentées dans l'Annexe (II)

6. Dispositif expérimental

Le Protocole de l'essai consiste à comparer l'effet de 4 doses croissantes de fumier de volailles sur l'amélioration des paramètres de croissance végétative et de rendement, ainsi sur quelques solutés organiques liés à la résistance de la pomme de terre à la salinité à savoir : le teneur en proline, en sucres solubles et en protéines par rapport à un témoin sans apport, un apport minéral et ceci dans 3 sites à des niveaux de salinité différents.

Ainsi, le dispositif expérimental adopté est de type factoriel en bloc, comportant trois niveaux de salinité : sol peu salé , sol salé , sol très salé et 7 traitements dont 4 parmi eux concernent les doses croissantes de fumier de volailles (dose 20 t/ha , dose 30 t/ha ,dose 40 t/ha et dose 50 t/ha), alors que les trois restants présentent un traitement T1(correspond à la dose minérale seul), un traitement et un traitement témoin T0 (sans apport) .

Ainsi, le dispositif expérimental contient (4 répétitions) et sept traitements, l'essai représente donc au total 84 parcelles élémentaires. La superficie de chaque parcelle élémentaire est de 6 m² (2 x 3) avec un :

- Espacement entre blocs est de 1 m
- Espacement entre parcelles élémentaires est de 1m
- Espacement entre les lignes est de 75cm
- Espacement entre plants est de 40 cm

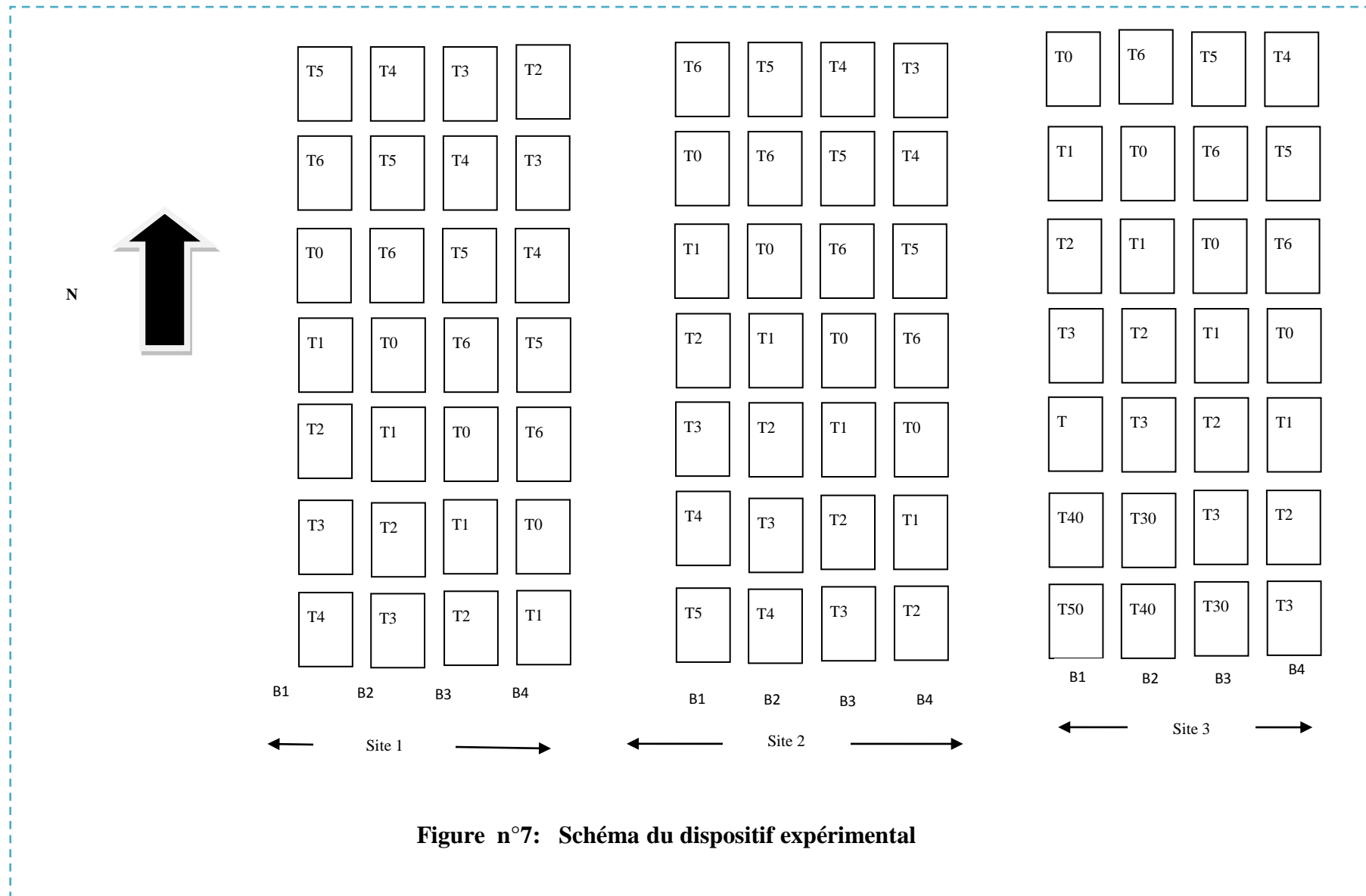


Figure n°7: Schéma du dispositif expérimental

*B1: Bloc1, B2: bloc2 ,B3 : bloc3 ,B4 : bloc4

- Traitement T0 : Sans apport
- Traitement T1 : Apport minéral seul
- Traitement T2 : Dose mélange d'apport minéral et organique (15t/ha de FV+Engrais minéral)
- Traitement T3 : Dose de 20 t/ha de fumier de volailles
- Traitement T4 : Dose de 30 t/ha de fumier de volailles
- Traitement T 5 : Dose de 40 t/ha de fumier de volailles
- Traitement T6 : Dose de 50 t/ha de fumier de volailles

7. Conduite de l'expérimentation

▪ Pré-irrigation

Après la planification et l'aménagement des sites expérimentaux et l'installation du réseau goutte à goutte, nous avons réalisé une pré-irrigation

▪ Préparation du sol

Le travail du sol a été réalisé suivant les étapes suivantes :

1. Labour de 20 à 25 Cm avec charrue à socs
2. Epandage des différentes doses du fumier de volailles
3. Nivellement du sol par un rotatoire
4. Mise en place des billons

Toutes ces opérations ont été réalisées avant le 10-10-2010.

▪ Plantation

La plantation a été réalisée manuellement le 14-10-2010, avec une densité de plantation 4 plants/m². Les écartements sont 75 Cm entre rangs et 40 Cm entre plants. La profondeur de plantation est 7 à 10 Cm.

▪ Fertilisation

Le fractionnement des matières fertilisantes en fonction des besoins de chaque stade phénologique demeure l'un des facteurs les plus importants pour une bonne production de pomme de terre. Ainsi, les apports de fumier de volailles et les engrais minéraux ont été effectués manuellement et fractionnés comme ce qui est mentionné au tableau n° (04) :

Tableau n °4 : Calendrier des périodes d'application des différentes doses du fumier de volailles et des engrais minéraux

		Dose totale	1 ^{er} apport (Avant plantation)	2 ^{ème} apport (Début tubérisation)
T0		0 U/ha	0 U/ha	0 U/ha
Tm	Azote (N)	180 U/ha	2/3 DTE	1/3DTE
	Potassium (K ₂ O)	200 U/ha	1/ 3 DTE	2/3 DTE
	Phosphore (P ₂ O ₅)	300 U/ha	2/3 DTE	1/3 DTE
Tm+ 15	Azote (N)	100U/ha	2/3 DTE	1/3DTE
	Potassium (K ₂ O)	150U/ha	1/3 DTE	2/3 DTE
	Phosphore (P ₂ O ₅)	200U/ha	2/3 DTE	1/3 DTE
	T15 t/ha FV	15 t/ha FV	2/3 DTF	1/3DTF
T20		20 t/ha FV	2/3 DTF	1/3 DTF
T30		30 t/ha FV	2/3 DTF	1/3 DTF
T40		40 t/ha FV	2/3 DTF	1/3 DTF
T50		50 t/ha FV	2/3 DTF	1/3 DTF

✓ DTE: Dose totale de l'engrais minéral

✓ DTF: Dose totale de fumier de volailles

✓ FV: fumier de volailles

Les types d'engrais relatifs au traitement Tm (traitement engrais minéral) et Tm+15 (traitement engrais minéral+fumier de volailles) et suivant le calendrier de fertilisation sont les suivants d'après ABD ELMONAIM ,1999) :

1^{er} apport : Dans le 1^{er} apport on a utilisé les engrais suivants :

- **N.P.K (15.15.15)** : C'est un engrais composé.
- **TSP (46%)** : Triple super phosphate.
- **L'urée (46%)** : C'est un engrais simple.

2^{ème} apport : Dans le 2^{ème} apport, trois engrais ont été apportés :

- **L'urée (46%)**
- **(TSP : 46%)** : Triple super phosphate;
- **Sulfate de potassium (52%)**

- **Entretien de la culture**

- * **Désherbage**

On a procédé à l'élimination des mauvaises herbes à chaque fois qu'elles poussent. L'opération a été réalisée manuellement.

- * **Buttage**

Le buttage favorise la tubérisation évité le verdissement des tubercules et facilité leur arrachage. Il limite aussi les risques des contaminations des tubercules par le mildiou.

- * **Entretien phytosanitaire de la culture**

Les produits phytosanitaires utilisés sont :

«KAZIRMANZEBE » : fongicide à réaction efficace sur un grand nombre de champignons tels que le mildiou. Excoriose, Alernaria des cultures de pomme de terre, arbres fruitiers, cultures maraichères et vigne.

Les traitements phytosanitaires ont été réalisés le 03-12-2010.

- * **Récolte**

La récolte a été effectuée manuellement le 15-02-2011.

8- Lectures et mesures

Etude des paramètres de croissance végétative et de rendement

a. Paramètres liés à la croissance végétative

Nous avons procédé à un suivi de la plante durant tout le cycle de son développement. Ces observations ont porté sur un échantillon de (3) plants choisies aléatoirement dans chaque parcelle élémentaire.

- * **Nombre des feuilles/plant**

Ce paramètre est un indicateur important pour mesurer de biomasse végétative.

- * **Longueur de la tige /plant**

Afin de suivre la croissance des plants, nous avons mesuré la longueur des tiges principales.

***Nombre de tiges par plant**

Ce paramètre est considéré comme composante de la production. Il consiste à dénombrer le nombre de tiges /plant.

***Mesure de la surface foliaire**

Ce paramètre consiste à mesurer la longueur et la largeur de la feuille d'une plante, il indique la production de biomasse végétative liée à la photosynthèse à base de la mesure de la surface foliaire. La surface foliaire a été déterminée par la formule de (SAKALLOVA , 1979):

$$\text{Surface foliaire en (cm}^2\text{)} = L \times l \times \text{Coefficient (K)}$$

L : Longueur de la feuille de pomme de terre ;

l : Largeur de la feuille de pomme de terre ;

K: Coefficient relatif à la forme de la feuille de pomme de terre = 0.674

b. Paramètres liés au rendement***Nombre de tubercules par plant**

Après l'arrachage des plantes, nous avons choisi trois plantes représentatives au niveau de chaque parcelle élémentaire, puis on a compté le nombre de tubercules /plant.

***Calibre du tubercule**

A l'aide d'un pied à coulisse, on a fait la mesure du calibre des tubercules (longueur et diamètre) et on a fait la moyenne.

*** Rendement par plant**

Nous avons pris 3 plants pour chaque parcelle élémentaire, on a pesé les tubercules de chaque plant, et on a calculé la moyenne de rendement par plant.

***Rendement total/ha**

Après la récolte de chaque parcelle, on a calculé le rendement au niveau de chaque traitement. Le rendement est estimé en rapportant la production de la zone de récolte à l'hectare tout en prenant en considération le taux de levée dans chaque parcelle élémentaire.

9- Méthodes d'analyse

9-1 Méthodes d'analyse du sol

***Granulométrie**

La granulométrie a été déterminée par la méthode de l'hydromètre. C'est une méthode quantitative qui détermine les proportions physiques de particules primaires (argiles, limon, sable). La mesure a été effectuée par une lecture sur un hydromètre (COUTINET, 1965).

***pH du sol**

Il a été mesuré à l'aide d'un pH mètre à électrode en verre, par la méthode électrométrique avec un rapport sol/eau de 1/2.5.

***Conductivité électrique**

Elle a été déterminée par un conductimètre à une température de 25°C avec un rapport sol/solution de 1/5. La conductivité est en fonction de la concentration de sels dissous dans la solution du sol, et la mesure de la CE est très important pour connaître l'adaptation du sol a la culture (COUTINET, 1965).

***Calcaire total**

Le dosage est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate du calcium en contact de l'acide chlorhydrique. Il s'agit de comparer le volume de CO₂ dégagé par l'échantillon du sol avec celui dégagé par le contact d'un acide HCl (6N) avec un poids de CaCO₃ pur (SOLTNER, 1979).

*** Dosage du carbone organique**

La teneur en matière organique a été déterminée par le biais du dosage du carbone organique (méthode ANNE), qui consiste à oxyder la matière par un oxydant puissant (le bichromate de potassium) à chaud et en présence d'acide sulfuriques, l'excès de bichromates est dosé par une solution titrée de sel de mohr (sulfate ferreux), en présence d'indicateur coloré (diphénylamine).

***Matière organique**

Pour déterminer le taux de la matière organique dans le sol en passant du taux de carbone organique qu'on a obtenu et en utilisant soit le coefficient de multiplication 1.72 soit 2 (BAISE, 2000).

***Dosage de l'azote total**

Le dosage a été fait par la méthode de KJLDAHL ; l'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal ; sous l'action de l'acide sulfurique concentrée à l'ébullition se comporte comme oxydant. Les substances organiques sont décomposées ; le carbone se dégage sous forme de gaz carbonique, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote ammoniacale, ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique sous forme de sulfate d'ammonium. Pour accentuer l'action oxydant de l'acide sulfurique, on élève la

température d'ébullition, en ajoutant du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium qui jouent le rôle de catalyseur. La matière organique totalement oxydée, la solution contenant de sulfate d'ammonium est récupérée. On procède ainsi à un dosage de l'azote ammoniacal par distillation après l'avoir déplacé de sa combinaison par une solution de soude en excès.

Une fois dosés, le carbone et l'azote. On peut calculer le rapport C/N qui traduit l'intensité de l'activité microbiologique du sol.

***Dosage des cations solubles**

Na^+ , K^+ , Ca^{++} , dosés aux spectrophotomètres à flamme.

9-2 Méthodes d'analyse de fumier

Les méthodes d'analyse adoptées pour la caractérisation du matériel organique, sont les mêmes que celles utilisées pour le matériel édaphique, mise à part quelques analyses spécifiques aux substances organiques :

* Dosage de la matière organique du fumier, on a adapté la méthode de « calcination » (perte au feu) et contrairement pour déterminer le taux de carbone organique en appliquant dans ce cas le coefficient de division 1.72 ou bien 2 (BAISE, 1965).

La méthode de calcination se résume comme suit :

On pèse 10 g de broyats de fumier dans des capsules en porcelaine que l'on fait passer par la suite au four à moufle à une température de 850 °C (DOGGAR, 1980), on attaque à feu modéré pendant deux heures et on la porte lentement et graduellement à la chaleur rouge (pendant quatre heures).

La perte au feu représente grossièrement la masse de matière organique disparue par combustion et pyrolyse mais l'attaque thermique donne les résultats par excès c'est-à-dire qu'il y a toujours départ simultané d'eau résiduelle. En évaluant la quantité d'eau perdue et en la soustrayant de la masse perdue en feu. En détermine le pourcentage de la matière organique.

9-3 Méthodes d'analyse de végétal

Pour mettre en évidence la réponse biochimique de la pomme de terre à la salinité en présence de fertilisants organiques, nous avons procédé à un dosage des solutés organiques de résistance à salinité chez la pomme de terre et de la teneur en chlorophylle au stade floraison de la pomme de terre. Ainsi les dosages ont porté sur:

✓ Dosage de la chlorophylle

Ce test a été effectué au stade de floraison, selon la méthode de HOLDEN (1975) in ALIOUI (1997). Le dosage s'effectué comme suit :

Les échantillons des différents traitements sont pesés 01 g pris sur les tiers médian de feuilles développés a constitué l'échantillon de base 25ml d'acétone (80%) et une pincée de CaCO₃ sont ajouté après le broyage totale la solution filtrée est placée dans des boites noirs pour éviter l'oxydation photonique de la chlorophylle. 3ml de la solution sont prélevés, et la lecture de la densité d'ondes 645 nm et 663 nm.

L'étalonnage et l'appareil a été réalisé avec l'acétone (80%). La détermination de chlorophylle (a+b) et faible selon la formule d'ARNON (1949) in ALIOUI (1997):

$$\text{Chlorophylles (a+b)} = 8.02 (\text{DO.663}) + 20.20 (\text{DO645}).$$

✓ Dosage de la proline

La méthode utilisée est celle de Troll et Lindsey (1955) simplifiée par Rancio et al (1987). Cette méthode consiste à placer des échantillons de 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai contenant 2 ml de méthanol à 40%. L'ensemble est porté à 85° dans un bain marie pendant une heure (les tubes sont recouverte de papier aluminium afin d'éviter la calorisation de l'alcool). Après refroidissement on prélève 1 ml d'acide acétique, 25 mg de ninhyduine et 1ml de mélange (120 ml d'eau distillée + 300ml d'acide acétique + 80ml d'acide orthophonique de densité 1.7. La solution obtenue est portée a ébullition pendant 30 mn ; la couleur vire au rouge, on refroidit et on ajoute 5ml

de toluène. Deux phases se séparent la phase supérieure contient la proline et la phase inférieure sans proline. Après avoir récupéré la phase supérieure (colorée en rouge) on ajoute du NaSO₄ à l'aide d'une spatule afin d'éliminer l'eau qu'elle contient. La dernière étape consiste à mesurer la densité optique au spectromètre à une longueur d'onde de 528 nm.

La valeur obtenue est convertie en concentration en proline par le biais d'une (courbe étalon) préalablement établie à partir d'une série de solutions de concentration en proline connues.

L'étalonnage de l'appareil se fait par mélange de : acide acétique+eau distillée+acide ortho phosphorique+ninhydrine) et les valeurs obtenues (tableau n°02) sont rapportées sur la courbe d'étalonnage (Annexe VI).

✓ **Dosage des sucres solubles**

Pour le dosage des sucres solubles, nous avons utilisé la méthode au phénol de Dubois et al (1956). Selon cette méthode, 100 mg de matière fraîche placés dans des tubes à essai, on ajoute 3 ml d'éthanol à 80% pour l'extraction des sucres. On laisse à température ambiante pendant 48 heures. Au moment du dosage les tubes sont placés dans une étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool. Dans chaque tube on ajoute 20 ml d'eau distillée. C'est la solution à analyser.

Dans des tubes à essais propres, on introduit 1 ml de la solution à doser auquel on ajoute 1ml de solution de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée. Les tubes sont soigneusement agités. On ajoute alors 5 ml d'acide sulfurique concentré à l'aide d'une burette dont le jet tombe brutalement sur la surface du liquide, la température atteint alors environ 110°C . Après une agitation rapide (agitation vortex) les tubes sont maintenus pendant 45 mn à 5°C. Après un séjour de 30 mn à l'obscurité les mesures d'absorbance sont effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur une courbe étalon des sucres solubles (exprimée en glucose).

Enfin les résultats (tableau n°03) des densités optiques sont rapportés sur une courbe étalon des sucres solubles exprimés en glucose (Annexe VI).

✓ **Dosage des protéines**

Le dosage des protéines a été réalisé par la méthode de (LOWRY et al. 1951) (AITOUZEGANE et ABERKANE, 1997). Le principe de la méthode se base sur :

- L'extraction se fait par l'eau distillée pour obtenir une solution aqueuse : 1g de matière sèche + 10ml eau distillée, on laisse pendant 24 heures, puis on fait la filtration ensuite on commence le dosage
- Préparation les solutions réactifs :
 - ✓ *Solution alcaline (A)*
 - 500ml de sonde 0.1N (02g/500ml)
 - 10g carbonate de sodium anhydre Na_2CO_3
 - ✓ *Solution cuivrique (B)*
 - 02 ml de sulfate de cuivre, $5\text{H}_2\text{O}$ (0.32g/100ml)
 - 02ml de tartrate de sodium et potassium (01g/100ml)
 - ✓ *Solution (C)*
 - 50 ml de la solution (A)
 - 01 ml de la solution (B)

Dosage

- Prendre 1ml d'échantillon (filtrat obtenu)
- Ajouter 05ml de solution (C) à mélanger
- Laisser 10 minutes à température ambiante
- Ajouter 0.5 ml de réactif de folin-ciocalteu
- Laisser 30 minutes à l'obscurité
- Lire la DO à 750 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV. visible

10- Analyse des résultats

L'analyse statistique a été faite à l'aide d'un logiciel « STATITCF » qui permet d'effectuer l'analyse de la variance pour les différents traitements ainsi que le test de Newman et Keuls pour les comparaisons multiples de moyennes.

Troisième partie
Résultats et discussions

CHAPITRE I : Résultats d'analyse (physico-chimique) du sol, de l'eau d'irrigation et du fumier organique.

I.1. Résultats d'analyse physico-chimique du sol

Les résultats d'analyse physico-chimique du sol au niveau des trois sites expérimentaux sont présentés dans le tableau (5).

Tableau n° 5 : Caractérisation physico-chimique du sol des sites expérimentaux

Sol		site 1	site 2	site 3
Paramètres		(sol très salé)	(sol salé)	(sol peu salé)
Granulométrie	Sable fin (%)	20.60	20.60	45.35
	Sable grossier (%)	60.58	60.58	30.11
	Argile et limon (%)	18.82	18.82	1.52
Réaction du sol ($\text{pH}_{\text{eau}} = 1/2,5$)		8.43	8.37	8.53
Conductivité électrique CE (1/5) à 25°C (dS/m)		5.9	2.1	0.98
Calcaire total (%)		6.28	4.98	2.77
Calcaire actif (%)		4.2	-	-
Matière organique (%)		1.11	0.96	0.67
Carbone organique (%)		0.65	0.56	0.39
Azote total (%)		0.0336	0.0175	0.0245
C/N		19	32	15
Cations solubles	Na^+ (ppm)	64,75	48,15	40,15
	K^+ (ppm)	9,75	2,95	1,15
	Ca^{++} (ppm)	55,05	40,5	43,8
Cl^- (ppm)		43	35	8

L'analyse des résultats analytiques relatifs au matériel pédologique au niveau des trois sites expérimentaux montrent que le sol dans les trois sites est caractérisé par une texture sableuse, une réaction alcaline, une faible teneur en matière organique. Toutefois, ils se différencient surtout sur le plan de l'halomorphie. Ainsi, si on apporte nos résultats d'analyse à l'échelle de la salinité (tableau 5, ANNEXE (VI), on peut classer les trois sites comme suit :

- Site très salé : CE= 5.9dS/m
- Site salé : CE= 2.1dS/m
- Site peu salé : CE=0.98dS/m

Ces résultats indiquent que le sol des trois sites possède une fertilité naturelle médiocre. De ce fait, il semble se prêter bien à des enrichissements organiques sous forme d'apport de fumier.

I-2-Caractérisation analytique de l'eau d'irrigation des sites d'étude

L'analyse de l'eau d'irrigation est réalisée au niveau de laboratoire l'A. D .E de Ouargla ; et au laboratoire de l'université KASDI MERBAH, Ouargla. Les résultats de cette analyse sont illustrés dans le tableau n°6.

Tableau n°6 : Résultats de l'analyse de l'eau d'irrigation dans les trois sites (caractérisation physico-chimique)

Site		Eau d'irrigation (site 2,3)	Eau d'irrigation (site 1)
Paramètre			
pH		7,61	7,49
CE à 25°C (dS/m)		2,67	5,77
Résidu sec (mg/l)		1166	1684
Cations (meq/l)	Mg ⁺⁺	5,68	18,28
	Ca ⁺⁺	2,4	6,54
	Na ⁺	10,22	23,19
	K ⁺	0,82	1,17
Fascias cationiques		Na ⁺	Na ⁺ - Mg ⁺⁺
Anions (meq/l)	Cl ⁻	15	36
	SO ₄ ⁻⁻	0,36	0,53
	NO ₃ ⁻	0,0019	0,0035
	HCO ₃ ⁻	2,5	0,5
Faciès anionique		Cl ⁻	Cl ⁻
Faciès chimique		Na ⁺ - Cl ⁻	Na ⁺ - Mg ⁺⁺ - Cl ⁻
SAR		5,11	6,59
Classe		C4-S1	C5-S1

D'après (MATHIEU et al, 2007), ces eaux sont classés ça départ le SAR et CE en deux classes bien distincts, C₅-S₁ et C₄-S₁ respectivement pour les sites (1) et (2,3). Ces eaux sont inadaptées pour l'irrigation à cause de forte concentration en NaCl, mais elles peuvent être utilisées lorsque les sols sont perméables avec un drainage adéquat.

I-3-Matériel organique (fumier des volailles)**Tableau n°7 : Résultats de la caractérisation physico-chimique de fumier de volailles**

Caractéristiques	Résultats
pH	8.32
CE à 25°C	5.33
Calcium total	11.87
Matière organique (%)	41.28
Matière minérale (%)	58.72
Carbone organique (%)	24
Azote total (%)	2.09
C/N	11.48
Ca ⁺⁺ %	2.70
K ⁺ %	1.70
Na ⁺ %	1.60

L'examen analytique des données du tableau (7) montre qu'il s'agit d'un fertilisant organique riche en C, N, P, K. Le rapport C/N calculé est de 11.48 ce qui indique une stabilisation convenable de ce type de fumier.

Chapitre II : Paramètres de la croissance végétative

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

Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

1-Nombre des feuilles par plant

Les résultats de mesure de nombre des feuilles par plant sont présentés dans le tableau (8) et illustrés dans la figure (8).

Tableau n°8: Effet comparé de différentes doses du fumier des volailles sur le nombre des feuilles par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier de volailles	Site1 : Sol très salé	Site2 : Sol salé	Site 3 : Sol peu Salé	Moyennes	Signification statistique
T0	26,33	22,89	31,33	26,85 b	Effet fumier: HS
T1	23,11	22,11	37,00	27,52 b	
T2	35,78	25,89	31,67	31,11 a b	
T3	25,55	28,89	31,67	28,70 b	Effet salinité : HS
T4	29,78	36,22	29,11	31,70 a b	
T5	31,11	29,56	35,44	32,04 a b	
T6	34,45	36,11	37,33	35,85 a	Effet de l'interaction : F × S : S
Moyennes	29,44 b	28,81 b	33,37 a	30,54	

L'analyse de variance relative au nombre des feuilles plant a montré un effet hautement significatif des doses de fumier de volailles sur ce paramètre. Ce nombre varie de 26.85 feuilles par plant obtenu avec la dose T0 (sans apport) à 35.85 feuilles par plant obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV), soit une augmentation est de l'ordre de 23 et 25% respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variation est 16,1 %.

Le test-Newman-Keuls a dégagé 3 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T₆ (50 t/ha de FV) avec 35.85 feuilles
- ❖ Groupe (AB) : regroupe les doses : T₅ (40 t/ha de FV) avec 32.04 feuilles ; T₄ (30 t/ha de FV) avec 31.70 feuilles et T₂ (15 t/ha de FV + Engrais minéral)
- ❖ Groupe (B) : regroupe les doses : T₃ (20 t/ha de FV) avec 28.70 feuilles et T₁ (Engrais minéral) avec 27.52 feuilles T₀ (sans apport).

Concernant le facteur salinité, l'analyse de variance a dégagé un effet hautement significatif sur le nombre des feuilles par plant. Ceci passe de 28.81 feuilles par plant obtenu dans le site 2 (sol salé) à 33.37 feuilles par plant obtenu dans le site 3 (sol peu salé), soit un taux d'augmentation de l'ordre de 13 % en faveur du site 3 (sol peu salé)

Le test de Newman-Keuls a révélé 2 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 3 (sol peu salé) avec la valeur 33.37 feuilles par plant.
- ❖ Groupe (B) : présenté par les deux sites, site 1 (sol très salé) et site 2 (sol salé) respectivement avec les valeurs 29.44 et 28.81 feuilles par plant.

Pour l'effet de l'interaction (Fumier x Salinité), l'analyse de variance a montré un effet significatif sur le nombre des feuilles par plant. Ce nombre varié de 22.11 feuilles par plant obtenu avec le traitement (T₁ x site 2 (sol salé) à 37.33 feuilles par plant obtenu avec le traitement (T₆ (50t/ha de FV) x site 3 (sol peu salé) (Tableau n°8), soit un taux d'augmentation de l'ordre de 41 % en faveur du ce dernier traitement.

Le test de Newman-Keuls a fait ressortir un seul groupe homogène (A) pour tous les libelles, ceci est illustré dans (Tableau n° 1, l'ANNEXE IIV)

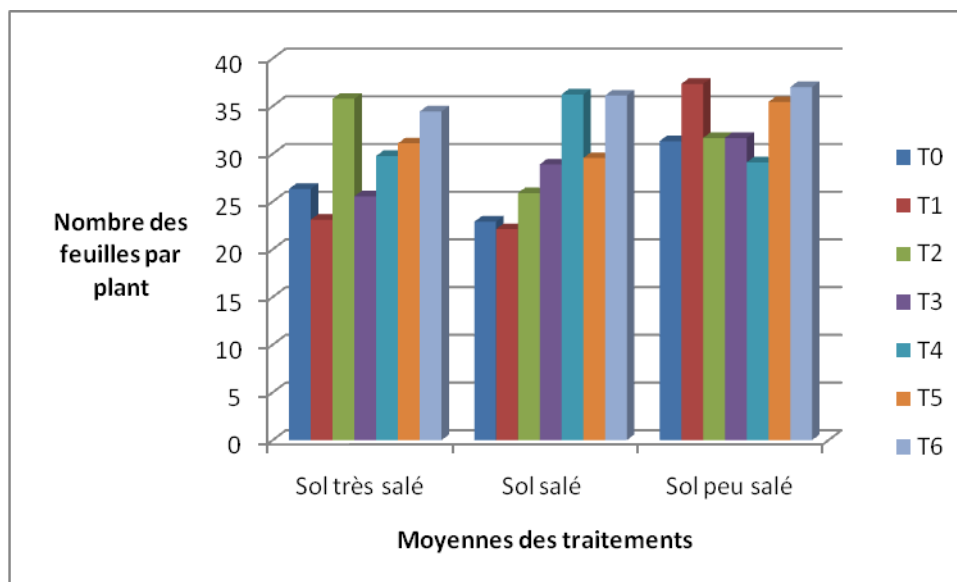


Figure n°8: Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre des feuilles par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

2-Nombre des tiges par plant

Les résultats de mesure de nombre des tiges par plant sont présentés dans le tableau (9) et illustrés dans la figure (9).

Tableau n°9. Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur le nombre des tiges par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier de volailles	Site1 :	Site2 :	Site 3 :	moyennes	Signification statistique
	Sol très salé	Sol salé	Sol peu Salé		
T0	3,11	3,11	3,45	3,22	Effet fumier : NS
T1	3,22	2,78	3,45	3,15	
T2	3,89	2,55	3,33	3,26	
T3	2,55	3,78	3,22	3,18	Effet salinité : NS
T4	3,11	4,22	3,00	3,44	
T5	3,56	3,89	3,55	3,67	
T6	2,78	3,44	3,00	3,07	Effet de l'interaction F × S : NS
Moyennes	3,17	3,40	3,29	3,28	

Les résultats d'analyse de la variance n'ont montré aucun effet significatif des doses de fumier de volailles sur le nombre des tiges plant. Ce paramètre varie de 3.15 tiges par plant obtenu avec la dose T1 (engrais minéral) à 3.67 tiges par plant obtenu par la dose T5 (40t/ha de FV), soit une augmentation est de l'ordre de 12 et 14 % respectivement par rapport la dose T0 (témoin) et la dose T1 (engrais minéral).

Le coefficient de variation est 16.1%.

En ce qui concerne le facteur salinité et même pour l'interaction (fumier x salinité), les résultats d'analyse de la variance n'ont montré aucun effet significatif sur le nombre de tiges/plant.

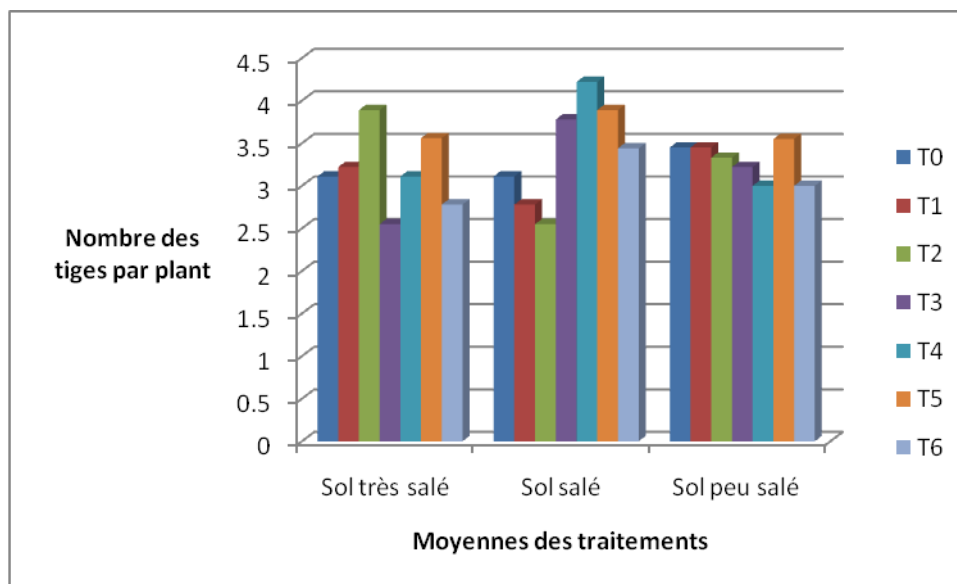


Figure n°9: Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre des tiges par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

3-Longueur de la tige par plant

Les résultats de mesure de la longueur de tiges/ plant sont présentés dans le tableau (10) et illustrés dans la figure (10).

Tableau n°10 : Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la longueur des tiges (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux.

Niveau de salinité du Sol / Doses du Fumier de volailles	Site1 :	Site2 :	Site 3 :	Moyennes	Signification statistique
	Sol très salé	Sol salé	Sol peu Salé		
T0	22,11	19,56	18,34	20,00 e	Effet fumier: THS
T1	23,00	22,44	25,89	23,78 d	
T2	29,22	27,45	27,56	28,07 b c	
T3	27,33	26,67	22,56	25,52 c d	Effet salinité : THS
T4	33,22	27,55	22,89	27,89 b c	
T5	32,00	31,34	27,11	30,15 b	
T6	38,11	36,78	30,22	35,04 a	Effet de l'interaction : F × S : NS
Moyennes	29,29 a	27,40 a	24,94 b	27,21	

L'analyse de la variance a manifesté un effet très hautement significatif des doses de fumier de volailles sur la longueur des tiges. Cette longueur passe de 20 cm obtenu avec la dose T0 (sans apport) à 35.04 cm obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV), soit un taux d'augmentation de l'ordre de 32 et 42 % respectivement par rapport la T1 (engrais minéral) et la dose T0 et (témoin).

Le coefficient de variation est 12.2 %.

Le test Newman-Keuls a fait ressortir 6 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T₆ (50 t/ha) avec 35.04cm.
- ❖ Groupe (B) : présenté par la dose T₅ (40 t/ha) avec 30,15cm.
- ❖ Groupe (BC) : regroupe les doses : T₂ (15 t/ha) avec 28,07 (cm) et T₄ (30 t/ha) avec 27.89cm.
- ❖ Groupe (CD) : présenté par la dose : T₃ (20 t/ha) avec 25,49cm.
- ❖ Groupe (D) : présenté par la dose : T₁ (engrais minéral) avec 24,47cm.
- ❖ Groupe (E) : présenté par la dose T₀ (sans aucun apport) avec 20 cm.

Concernant, l'effet de la salinité, l'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif sur la longueur de tiges/plant. Ce paramètre varié de 24.94 cm obtenu dans le site 3 (sol peu salé) à 29.28 cm obtenu dans le site 1(sol très salé), soit un taux d'augmentation de l'ordre de 14 % en faveur du site très salé.

Pour l'effet de l'interaction (fumier x salinité), l'analyse de la variance n'a montré aucun effet significatif.

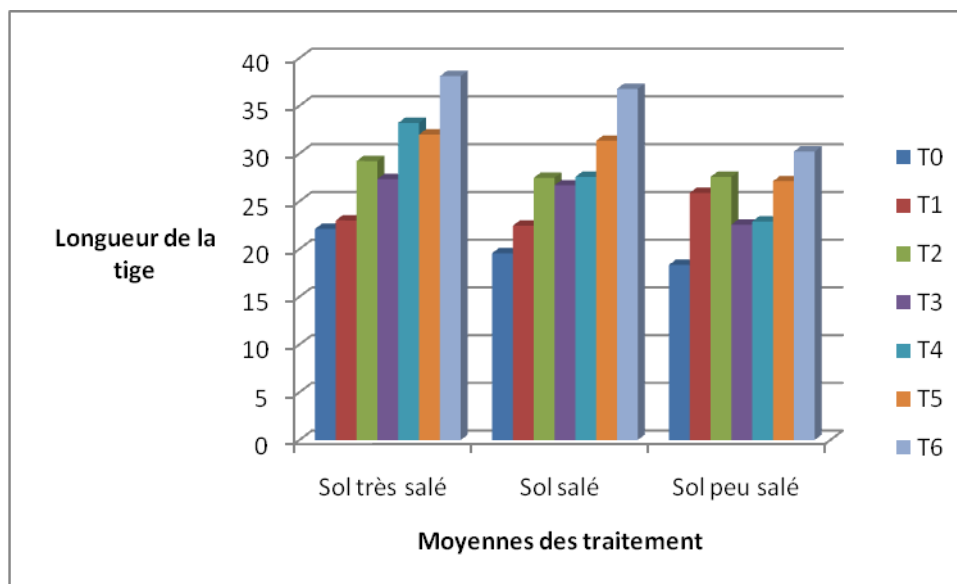


Figure n°10 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la longueur de la tige (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

4-Surface foliaire

Les résultats de mesures de la surface foliaire sont présentés dans le tableau (11) et illustrés dans la figure (11).

Tableau n°11 : Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la surface foliaire (cm²) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier de volaille	Site1 :	Site2 :	Site 3 :	Moyennes	Signification statistique
	Sol très salé	Sol salé	Sol très Salé		
T0	168,59	162,91	122,49	151,33 b	Effet fumier: THS
T1	198,61	175,38	170,68	181,56 a b	
T2	256,28	165,24	163,92	195,15 a b	
T3	254,50	202,45	174,49	210,48 a b	Effet salinité : S
T4	310,60	158,07	186,06	218,24 a	
T5	286,62	156,28	174,26	205,72 a b	
T6	310,58	158,70	163,34	210,87 a b	Effet de l'interaction: F × S : N.S
Moyennes	255,11 a	168,43 b	165,03 b	196,19	

Les résultats d'analyse de la variance ont montré un effet très significatif des doses de fumier de volailles. Ce paramètre varie de 151.33cm² obtenu par la dose T0 (sans apport) à 210.87 cm² obtenu par la dose T6 (50t/ha de FV), soit une augmentation est de l'ordre de 13 et 28% respectivement par rapport la T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variation est 22,1%.

Le test de Newman-Keuls a révélé 3 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose 4 (30t/ha de FV) avec une valeur 218.24 cm²
- ❖ Groupe (AB) : présenté par les doses suivant T6(50t/ha de FV) ,T3(20ha de FV) ,T5 (40t/ha de FV) , T2(15ha de FV+engrais minéral) et T1(engrais minéral) avec les valeurs illustrés dans le tableau n°11.

❖ Groupe (B) : présenté par la dose T0 (sans apport) avec une valeur de 151.33cm².

Le facteur salinité a montré un effet significatif sur le paramètre de la surface foliaire, ceci varie de 165.03 cm² dans le site 3(sol peu salé) à 255.11cm² dans le site 1(sol très salé), avec un taux d'augmentation de l'ordre 35% en faveur du site très salé.

Le test-Newman-Keuls a révélé 2 groupes homogènes :

❖ Groupe (A) présenté par le site 1 (sol très salé) avec 255,11 cm².

❖ Groupe (B) regroupe les deux autres sites : site 2 (sol salé) avec 168.43 cm², site 3 (sol peu salé) avec 165.03 cm².

L'analyse de la variance a montré un effet non significatif de l'interaction (fumier x salinité) sur le paramètre de la surface foliaire.

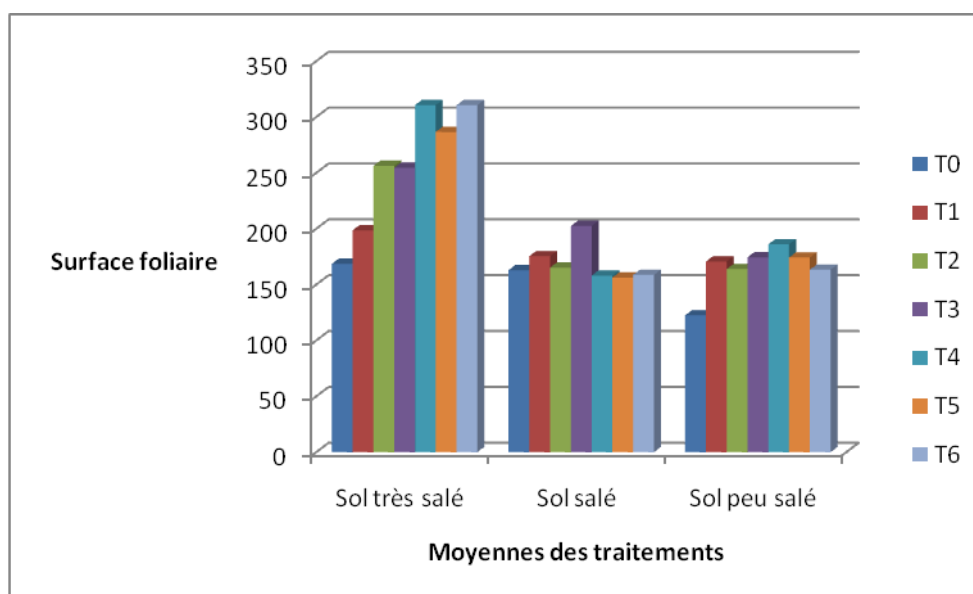


Figure n°11 : Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur la surface foliaire (cm²) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Tableau n°12 : Résultats synthétiques de la signification statistique des paramètres de la croissance végétative

Source de variation	Nombre des feuilles par plant	Nombre de tiges par plant	Longueur de tiges/plant	Surface Foliaire
Salinité	HS	NS	THS	THS
Fumier	HS	NS	THS	S
Salinité x fumier	S	NS	NS	NS

Discussion et conclusion

L'analyse des résultats relatifs aux différentes doses de fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative a montré que ces doses enregistrent des augmentations appréciables par rapport au témoin et au traitement minéral.

Par ailleurs, ces résultats ont dégagé des différences significatives à hautement significatives entre doses pour les paramètres de la croissance végétative étudiés (nombre de feuilles/plant, surface foliaire, ainsi que la longueur de tiges/plant), toutefois, aucune différence n'a été enregistrée pour nombre de tiges /plant.

Les meilleurs résultats concernant ces paramètres morphologiques ont été enregistrés au niveau des fortes doses de fumier T5 (40t/ha de FV) et T6 (50t/ha de FV).

Nos résultats rejoignent ceux de BERANNIKOVA ET MELINKOVA (1997) qui ont trouvé que la longueur et le nombre de tiges/plant et le nombre de feuilles /plant de la pomme de terre augmentent significativement avec l'augmentation des doses de fumier organique appliquées au sol.

En fait, le substrat organique apporté à nos échantillons représenté dans notre cas par le fumier de volailles, nous a prouvé qu'il s'agit d'un fertilisant organique très riche en azote, alors que ce dernier joue un rôle important pendant la croissance végétative et la tubérisation de la pomme de terre. Cet élément favorise dans un premier temps le développement du feuillage, puis la formation et le grossissement des tubercules.

D'après MARTI ET MILLS (2002), le taux d'azote a un effet significatif sur le rendement en feuille de la pomme de terre. Cet élément a un effet sur l'augmentation de l'indice foliaire et sur le taux de la photosynthèse chez cette plante.

Selon ABD EL MONAIM (1994) et CHIBANE (1999), l'azote joue un rôle important pendant la croissance végétative et la tubérisation. Il favorise le bon développement de la plante.

Concernant, le facteur salinité, l'analyse de la variance a montré que les paramètres de croissance végétative étudiés: nombre des feuilles par/plant, longueur des tiges/plant et la surface foliaire ont été influencés d'une façon significative par ce facteur, dont les meilleurs résultats ont été enregistrés au niveau site 1 (sol très salé) par rapport aux deux autres sites expérimentaux.

Par contre, la salinité n'a montré aucun effet significatif sur le nombre de tiges/plant. En fait, les résultats obtenus ont montré qu'il n'existe pas une grande différence entre les trois niveaux de salinité concernant ce paramètre.

Selon ABD EL MONAIN (1999), le nombre de tiges par plant chez la pomme de terre est un paramètre morphologique lié essentiellement au nombre de germes par tubercule, qui est à son tour influencé par différents facteurs notamment de celui de type de variété utilisée.

Quant, à l'effet de l'interaction entre les deux facteurs, l'analyse de la variance n'a marqué des différences significatives que sur le nombre de feuilles/plant.

Chapitre III : Paramètres de rendement

Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur les paramètres de rendement en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

1-Nombre des tubercules par plant

Les résultats de mesure de nombre de tubercules par plant sont présentés dans le tableau (13) et illustrés dans la figure (12).

Tableau n°13 : Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur le nombre des tubercules par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier de volailles	Site1 : Sol très Salé	Site2 : Sol salé	Site 3 : Sol peu salé	Moyennes	Signification statistique
T0	5,00	3,22	4,56	4,26 b	Effet fumier: THS
T1	4,55	3,44	4,22	4,07 b	
T2	5,67	4,00	4,45	4,70 a b	
T3	5,11	3,67	4,56	4,44 b	Effet salinité : HS
T4	5,67	4,22	4,89	4,93 a b	
T5	5,56	5,00	4,44	5,00 a b	
T6	6,45	5,22	5,00	5,56 a	Effet de l'interaction : F × S : NS
Moyennes	5,43 a	4,11 b	4,59 b	4,71	

L'analyse de la variance a dégagé un effet très hautement significatif des doses de fumier de volailles relatif au nombre de tubercules par plant. Ceci varie de 4.07 tubercules par plant obtenu avec la dose T1 (engrais minéral) à 5.56 tubercules par plant obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV), soit une augmentation est de l'ordre de 23 et 26% respectivement par rapport la dose T0 (témoin) et T1 (engrais minéral).

Le coefficient de variation est 14,9 %.

Le test de Newman-Keuls a révélé 3 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (a) présenté par la dose T₆ (50t /ha FV) avec de 5,56 tubercules par plant.

- ❖ Groupe (a) regroupe les doses : T₅ (40 t/ha FV) ; T₃₀ (30 t/ha FV) et T₂ (15 t/ha FV+ Engrais minérale) avec des valeurs respectives 5,00 ; 4,93 et 4,70 tubercules par plant.
- ❖ Groupe (b) regroupe les doses : T₃ (20 t/ha FV) ; T₀ (sans apport) ; T₁ (engrais minérale) et avec des valeurs respectives de l'ordre de 4.44, 4.26 et 4.07 tubercules par plant.

Pour le facteur salinité, les résultats d'analyse de la variance ont montré un effet hautement significatif sur le nombre des tubercules par plant. Ce nombre passe de 4.11 tubercules par plant obtenu dans le site2 (sol salé) à 5.43 tubercules par plant obtenu dans le site 1 (sol très salé). Le site 3 (sol peu salé) a une nombre intermédiaire 4.59 tubercules par plant, soit un taux d'augmentation de l'ordre de 24 % en faveur du site très salé.

Le test de Newman-Keuls a dégagé 2 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 1 (sol très salé) avec une valeur 5.43 tubercules par plant.
- ❖ Groupe (B) : présenté par le site 3 (sol peu salé) et le site 2 (sol salé) avec des valeurs respectives 4.59 et 4.11 tubercules par plant.

Alors, on ce qui concerne l'effet de l'interaction, l'analyse de la variance n'a montré aucun effet significatif.

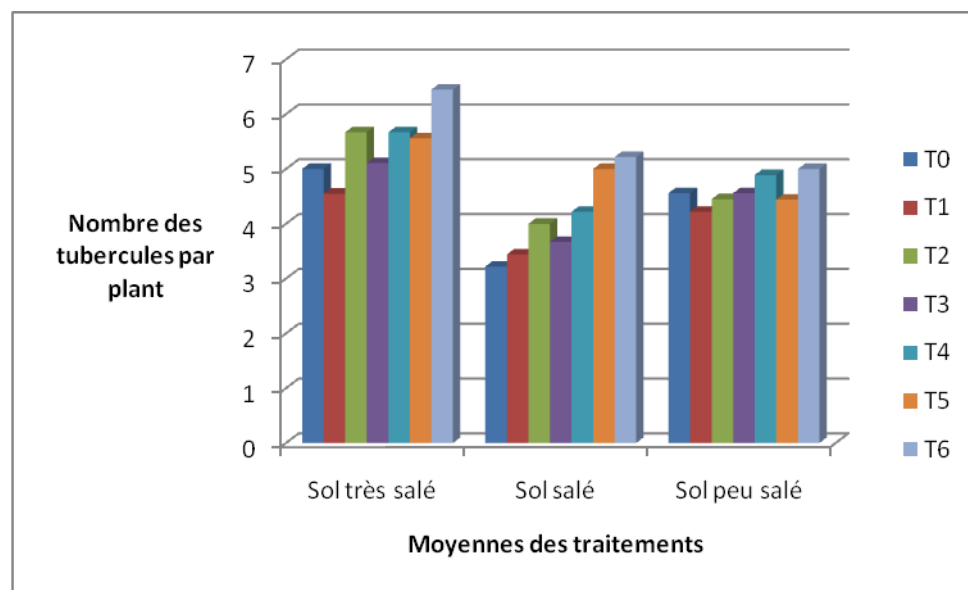


Figure n°12 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le nombre des tubercules par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

2-Poids du tubercule

Les résultats de mesure du poids du tubercule sont présentés dans le tableau (14) et illustrés dans la figure (13).

Tableau n°14 : Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le poids du tubercule (g) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Doses du Fumier de volailles	Niveau de salinité du Sol	Site1 :	Site2 :	Site 3 :	Moyennes	Signification statistique
		Sol très Salé	Sol salé	Sol peu salé		
T0		175.33	141.22	216.33	177.63 d	Effet fumier : NS
T1		218.11	161.33	235.11	204.85 cd	
T2		225.22	176.22	235.11	212.18 bcd	Effet salinité : HS
T3		255.56	211.00	239.44	235.33 bc	
T4		318.78	226.44	209.78	251.67 b	Effet de l'interaction Salinité x Fumier : S
T5		333.56	279.00	266.89	293.15 a	
T6		318.11	284.45	266.78	289.78 a	
Moyennes		263.52 a	211.38 c	238.49 b	237.80	

Les résultats d'analyse de la variance n'ont montré aucun effet significatif des doses de fumier de volailles sur le poids des tubercules. Ce paramètre varie de 177.63 g obtenu avec la dose T0 (témoin) à 293.15 g obtenu avec la dose T5 (40t/ha de FV) avec une augmentation est de l'ordre 29 et 38 % respectivement par rapport la T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variation est de 15.2%

Concernant le facteur salinité ; l'analyse de la variance a montré un effet hautement significatif sur le poids du tubercule. Ceci passe 211.38g obtenu dans le site 2(sol salé) à 263.52g obtenu dans le site 1 (sol très salé), avec un taux d'augmentation de l'ordre 19%.

Le test de Newman-Keuls a révélé 3 groupes homogènes ;

- ❖ Groupe (A) ; présenté par le site 1 (sol très salé) avec une valeur 263.52g
- ❖ Groupe (B) ; présenté par le site 3 (sol peu salé) avec une valeur 238.49g

❖ Groupe (C) ; représenté par le site 2 (sol salé) avec une valeur 211.38g.

Alors, ce qui concerne l'effet de l'interaction l'analyse de la variance n'a montré aucun effet significatif.

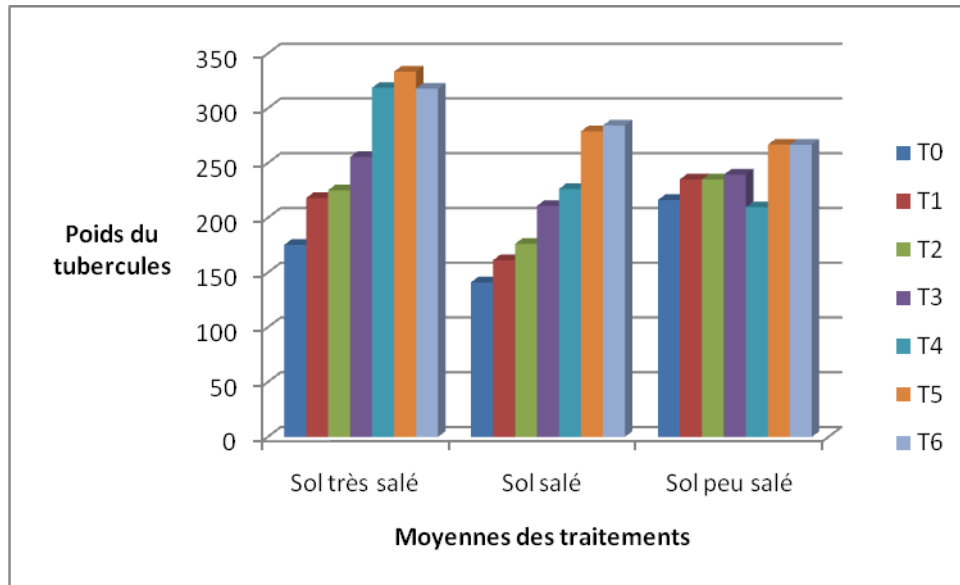


Figure n°13 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le poids du tubercule (g) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux.

3-Longueur du tubercule

Les résultats de mesure de la longueur du tubercule sont présentés dans le tableau (15) et illustrés dans la figure (14).

Tableau n°15 : Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la longueur du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Dose du Fumier de volaille / Niveau de salinité du Sol	Site1 : Sol très salé	Site2 : Sol salé	Site 3 : Sol peu Salé	Moyennes	Signification Statistique
T0	10,47	10,21	12,00	10,89 c	Effet fumier: THS
T1	11,14	9,78	11,93	10,95 c	
T2	11,42	10,50	12,48	11,47 b c	
T3	11,42	11,02	11,63	11,36 b c	Effet salinité : THS
T4	13,05	11,31	11,25	11,87 b	
T5	13,95	11,45	12,33	12,58 a	
T6	13,41	12,79	12,23	12,81 a	Effet de l'interaction: Fumier × Salinité : S
Moyennes	12,12 a	11,01 b	11,98 a	11,70	

L'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif des doses de fumier de volailles sur la longueur du tubercule. La longueur passe de 10.89cm obtenu avec la T0 (sans apport) à 12.81 cm obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV) avec un taux d'augmentation est de l'ordre de 14 et 15% respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variation est 5.7 %.

Le test-Newman-Keuls a fait ressortir 3 groupes homogènes :

Groupe (a) regroupe les doses T₆ (50 t/ha de FV) et T₅ (40t/ha de FV) avec des valeurs respectives de 12.81 et 12.58 cm.

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T₃₀ (30t/ha de FV) avec 11.87 cm.
- ❖ Groupe (BC) : regroupe les doses T₂ (15t/ha de FV+ Engrais minéral) et T₃ (20t/ha de FV) avec des valeurs respectives 11.47 et 11.36 cm.

- ❖ Groupe (C) : regroupe les doses : T₁ (Engrais minéral) et T₀ (sans aucun apport) avec des valeurs respectives 10.95 et 10.89 cm.

Par ailleurs, l'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif de la salinité sur la longueur du tubercule. Cette longueur passe de 11.01 cm obtenu dans le site 2 (sol salé) à 12.12 cm obtenu dans le site 1 (sol très salé), avec un taux d'augmentation de l'ordre 9%.

Le test de Newman-Keuls a montré 2 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 1 (sol très salé) et site 3 (sol peu salé) avec les valeurs respectivement 12.12, 11.98 cm.
- ❖ Groupe (B) : présenté par le site 2 (sol salé) avec la valeur 11.01 cm.

Quant' à l'effet de l'interaction, les résultats d'analyse de la variance ont révélé des différences significatives entre traitements hautement. En fait, la longueur passe de 9.78 cm obtenu par le traitement (T1 x site2 (sol salé)) à 13.95 cm obtenu par le traitement (T5 (40t/ha de FV) x site 1 (sol très salé)), soit un taux d'augmentation de l'ordre de 29%.

Le test de Newman-Keuls a fait ressortir 13 groupes homogènes (Tableau n°2, ANNEXE IIV).

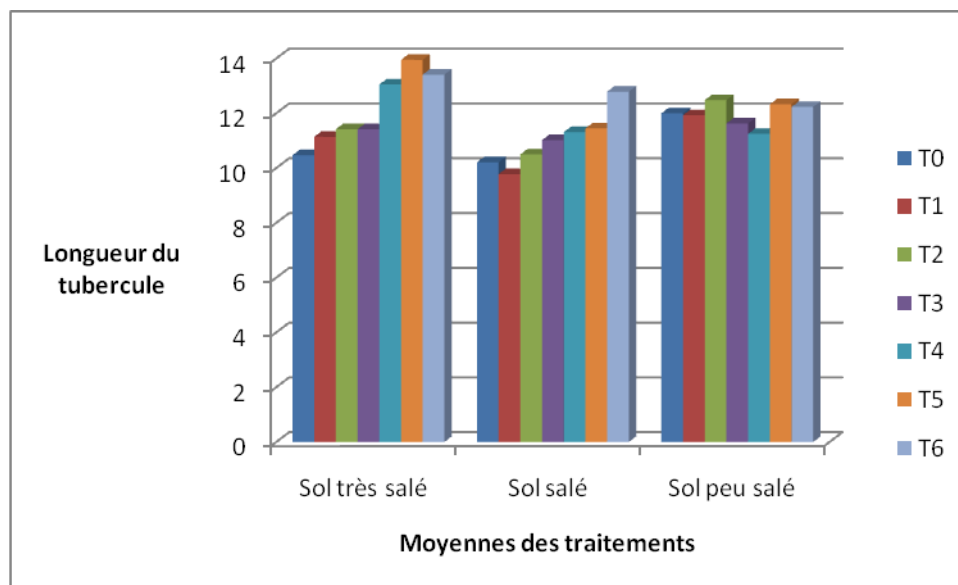


Figure n°14 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la longueur du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

4-Diamètre du tubercule

Les résultats de mesure de diamètre du tubercule sont présentés dans le tableau (16) et illustrés dans la figure (15).

Tableau n°16 : Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le diamètre du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du Sol Dose du Fumier de volailles	Site1 : Sol très salé	Site2 : Sol salé	Site 3 : Sol peu Salé	Moyennes	Signification statistique
T0	6,20	5,52	6,31	6,01 d	Effet fumier: THS
T1	6,46	5,97	6,34	6,26 c d	
T2	6,40	6,14	6,50	6,35 b c d	
T3	6,84	6,25	6,52	6,54 a b c	Effet salinité : THS
T4	7,21	6,25	6,36	6,61 a b c	
T5	7,14	6,32	6,77	6,75 a b	
T6	7,38	6,69	6,78	6,95 a	Effet de l'interaction : F × S : NS
Moyennes	6,80 a	6,16 b	6,51 b	6,50	

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré un effet très hautement significatif des doses du fumier de volailles sur le diamètre du tubercule. Le diamètre varie de 6.01cm obtenu avec la dose T0 (sans apport) à 6.95cm obtenu avec T6 (50t/ha de FV), soit une augmentation est de l'ordre 9 et 13% respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variation est 5,5 %.

Le test-Newman-Keuls a révélé 6 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T₆ (50 t/ha de FV) avec 6,95cm.
- ❖ Groupe (AB) : présenté par la dose T₅ (40t/ha de FV) avec 6,75cm.
- ❖ Groupe (ABC) : regroupe les doses T₄ (30t/ha de FV) et T₃ (20t/ha de FV) respectivement avec des valeurs 6,61, 6,54cm.
- ❖ Groupe (BC) : présenté par la dose T₂ (15t/ha de FV+engrais minéral) avec 6,35cm.
- ❖ Groupe (CD) : présenté par la dose T₁ (engrais minéral) avec 6,26cm.

❖ Groupe (D) : présenté par la dose T₀ (sans apport) avec 6,01cm.

Alors que le facteur de la salinité, l'analyse de variance a montré un effet très hautement significatif sur le diamètre du tubercule. Ce paramètre passe de 6.16 cm obtenu dans le site 2 (sol salé) à 6.80cm obtenu dans le site 1(sol très salé), avec un taux d'augmentation de l'ordre 9%.

Le test de classement des moyennes a révélé 2 groupes homogènes :

❖ Groupe (A) : présenté par le site 1 (sol très salé) avec 6.80cm.

❖ Groupe (B) : présenté par le site 3(sol peu salé) et le site 2 (sol salé) avec les valeurs respectives 6.51 ,6.16cm.

En ce qui concerne l'effet de l'interaction (fumier x salinité), l'analyse de la variance n'a montré aucun effet significatif sur le diamètre du tubercule.

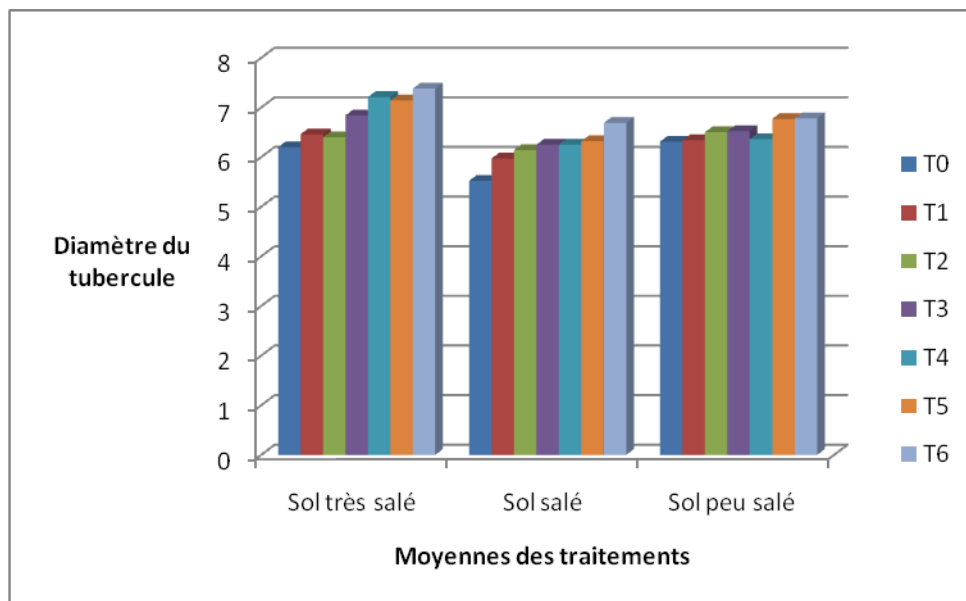


Figure n°15 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le diamètre du tubercule (cm) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

5-Rendement par plant

Les résultats de mesure du rendement par plant sont présentés dans le tableau (17) et illustrés dans la figure (16).

Tableau n°17 : Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le rendement par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du Sol Doses de Fumier de volaille	Site1 : Sol très salé	Site2 : Sol salé	Site 3 : Sol peu Salé	Moyennes	Signification statistique
T0	0,90	0,45	0,97	0,77 c	Effet fumier: THS
T1	0,99	0,56	0,99	0,85 c	
T2	1,31	0,72	1,05	1,03 b c	
T3	1,31	0,77	1,05	1,04 b c	Effet salinité : THS
T4	0,80	0,96	0,93	1,23 b	
T5	1,77	1,06	1,15	1,33 b	
T6	2,06	1,45	1,23	1,58 a	Effet de l'interaction : F × S : N.S
Moyenne	1,45 a	0,85 b	1,05 b	1,12	

Le rendement par plant a été influencé d'une façon très hautement significative par les doses de fumier de volailles apportées au sol. Ceci varie de 0.77kg/plant obtenu par la dose T0 (sans apport) à 1.58kg/plant obtenu par la dose T6 (50t/ha de FV), soit une augmentation est de l'ordre 46 et 51 % respectivement par rapport la T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variation est 21,7 %.

Le test de Newman-Keuls a dégagé 4 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T6 (50t/ha de FV) avec 1.58kg/plant
- ❖ Groupe (B) : présenté par les doses T5 (40t/ha de FV) et T4 (30t/ha de FV) respectivement avec des valeurs 1.33 et 1.23 kg/plant.
- ❖ Groupe (BC) : regroupe deux doses, T3 (20t/ha de FV) et T2 (15t/ha de FV+engrais minéral) avec les valeurs respectives 1.04, 1.03 kg/plant.

- ❖ Groupe (C) : présenté par les doses T1 (engrais minéral) et T0 (témoin) avec des valeurs respectives 0.85 et 0.77 kg/plant.

Concernant, le facteur salinité, l'analyse de la variance a dégagé également un effet très hautement significatif sur le rendement par plant. Ce paramètre passe 0.85kg/plant obtenu dans le site 2(sol salé) à 1.45 kg/plant obtenu dans le site 1(sol très salé), avec une augmentation de l'ordre de 41%.

Le test de Newman-Keuls a révélé 2 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 1(sol très salé) avec 1.45kg/plant.
- ❖ Groupe (B) : présenté par le site 3(sol peu salé) et le site 2(sol salé) respective avec les valeurs 1.05 et 0.85 kg/plant.

Alors que pour l'effet de l'interaction (fumier x salinité), l'analyse de la variance a montré un effet significatif sur le rendement par plant. Ceci passe de 0.45kg/plant obtenu par le traitement (T0 x site 2(sol salé) à 2.06 kg/plant obtenu par le traitement T6 (50t/ha de FV) x site 1(sol très salé), soit une augmentation de l'ordre de 7%.

Le test de Newman-Keuls a révélé 9 groupes homogènes (Tableau n°3, l'ANNAXE IIV).

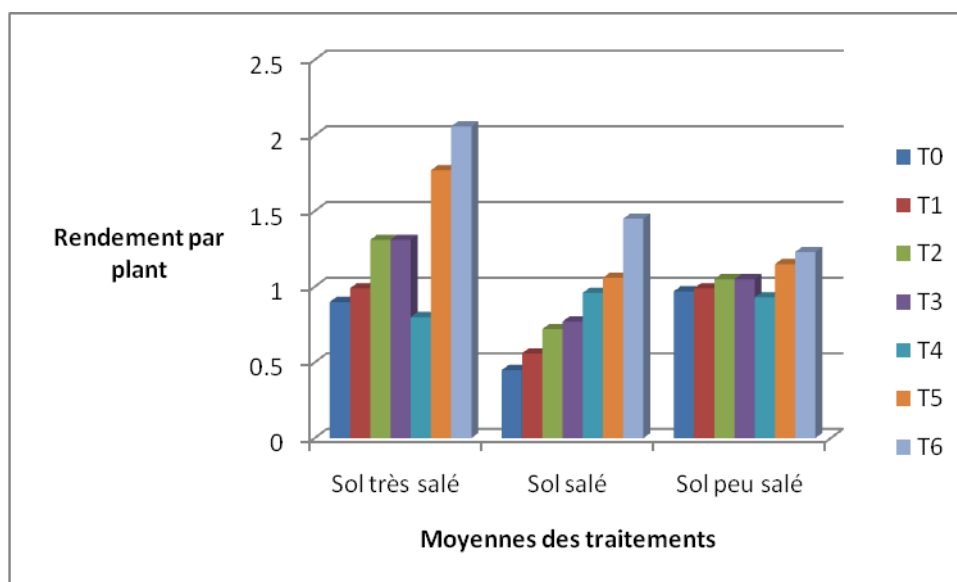


Figure n°16 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le rendement par plant en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

6-Rendement total

Les résultats de mesure de rendement total sont présentés dans le tableau (18) et illustrés dans la figure (17).

Tableau n°18 : Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur le rendement total (qx/ha) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du sol Doses du fumier de volailles	Site1 :	Site : 2	Site : 3	Moyennes	Signification statistique
	Sol très salé	Sol salé	Sol peu salé		
T0	247,41	120,30	218,39	195,37 c	Effet fumier : THS
T1	288,81	136,22	264,54	229,86 b c	
T2	406,51	188,57	290,36	295,15 b c	Effet salinité : THS
T3	395,58	182,63	287,49	288,57 b c	
T4	468,97	222,14	293,17	328,09 b	Effet interaction (fumier x salinité) : NS
T5	510,40	310,10	236,27	352,26 b	
T6	651,94	379,67	306,13	445,91 a	
Moyennes	424,23 a	219,95 b	270,91 b	305,03	

Le rendement total a été influencé d'une façon très hautement significatif des doses de fumier de volailles. Il varie de 195.37qx/ha obtenu avec la dose T0 (sans apport) à 445.91qx/ha obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV), avec une augmentation de l'ordre de 48 et 56% respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variation de l'ordre 31, 0 %.

Le test de Newman-Keuls a révélé 4 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : représenté par la dose T6 (50t/ha de FV) avec la valeur 441.91qx/ha.
- ❖ Groupe (B) : représenté par la dose T5 (40t/ha de FV) et T4 (30t/ha de FV) avec les valeurs respectives 352.26 et 328.09 qx/ha.
- ❖ Groupe (BC) : représenté par les doses T3 (20t/ha de FV), T2 (15t/ha de FV+engrais minéral) et T₁ (engrais minéral) avec des valeurs respectives de 288.57 ,295.15 et 229.86 qx/ha.
- ❖ Groupe (C) : représenté par la dose T0 (sans apport) avec une de valeur 195.37qx/ha.

Concernant, le facteur salinité, l'analyse de la variance a dégagé un effet très hautement significatif sur le rendement total. Ce paramètre passe 219.95qx/ha obtenu dans le site 2(sol salé) 424.23qx/ha obtenu dans le site 1(sol très salé), avec une augmentation de l'ordre de 48%

Le test de Newman-Keuls a révélé 2 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : représenté par le site 1(sol très salé) avec 424.23qx/ha.
- ❖ Groupe (B) : représenté par les deux sites site 3(sol peu salé) et site 2(sol salé) avec des valeurs respectives 270.91et 219.95qx/ha.

Alors que l'effet de l'interaction (fumier x salinité), l'analyse de la variance n'a montré aucun significatif sur le rendement total.

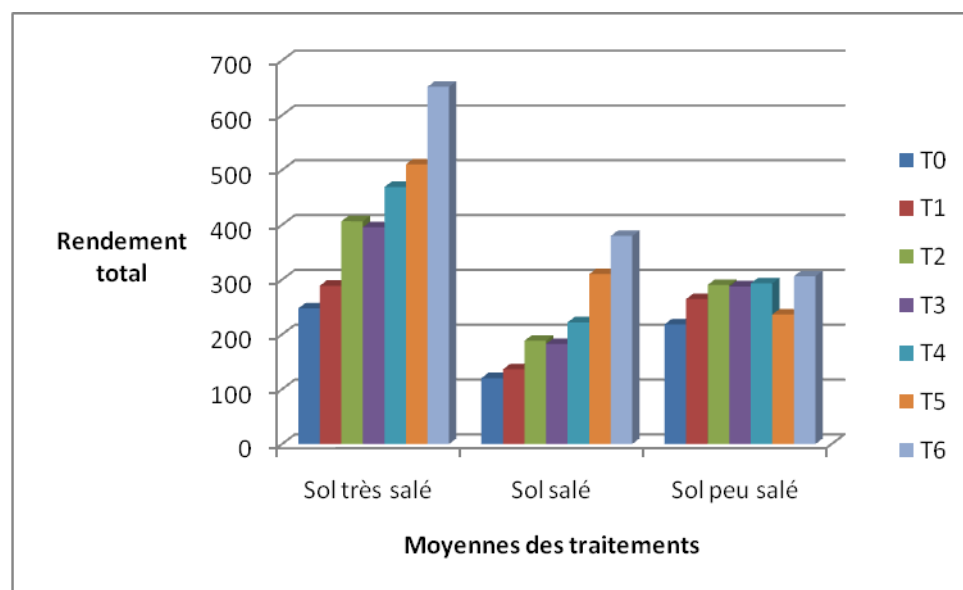


Figure n°17: Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur le rendement total (qx/ha) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Tableau n°19 : Résultats synthétiques de la signification statistique des paramètres du rendement

Source de variation	Nombre des tubercules	Poids du tubercule	Longueur du tubercule	Diamètre du tubercule	Rendement par plant	Rendement total
Fumier	THS	NS	THS	THS	THS	THS
Salinité	HS	HS	THS	THS	THS	THS
Salinité x fumier	NS	NS	S	NS	S	NS

Discussion et conclusion

L'analyse des résultats obtenus nous permet de constater que la différence de rendement en quantité et qualité dépend à la fois de la dose de fumier appliquée, et du niveau de la salinité du sol.

D'autre part, les résultats relatifs aux différentes doses de fumier de volailles sur les paramètres de rendement ont montré que ces doses enregistrent des valeurs plus élevées par rapport à celles enregistrées par le témoin et le traitement minéral seul.

Ainsi, les doses de fumier de volailles ont influé d'une façon très hautement significative sur les paramètres de rendement (nombre des tubercules par plant, longueur et diamètre du tubercule, rendement par plant et rendement total. Toutefois aucune différence n'a été enregistrée pour le poids de tubercule.

Les résultats observés nous permettent également d'observer que les meilleurs paramètres de rendement ont été enregistrés par les fortes doses de fumier appliquées au sol.

On outre, le meilleur rendement a été enregistré par la dose T6 (50t/ha de FV) avec un gain de l'ordre de 45 et 54 % respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Ceci nous permet de conclure que l'apport croissant ce fumier a conduit à une amélioration significative de ces paramètres.

Concernant au l'effet de la salinité, l'analyse de la variance a décelé des différences hautement à très significatives entre sites sur l'ensemble des paramètres de rendement étudiés. Les meilleurs résultats ont été enregistrés au niveau du site 1 (sol très salé).

Contrairement aux deux facteurs analysé séparément, l'effet de l'interaction (fumier*salinité) n'a été significatif, que sur la longueur du tubercule et rendement par /plant.

Nos résultats sont en concordance avec les travaux de MARTIN et LUVOIE (2004), qui ont montré que le rendement total de la pomme de terre est significativement plus élevé dans les parcelles ayant reçues du fumier de volailles par rapport aux autres types du fumier.

Le fumier de volailles introduit au sol au niveau les trois sites expérimentaux a provoqué une forte amélioration des paramètres de rendement par rapport au témoin (sans apport). Ce résultat peut être expliqué par l'action favorable et conjuguée de l'apport du fumier de volailles sur l'ensemble des propriétés physiques, chimique et biologique du sol.

D'autre part, l'amélioration des paramètres de rendement par la suite de l'apport organique sous forme de fumier de volailles, peut être due à la libération rapide et continue de l'azote, de potassium et du phosphore de ce fumier (SAHNOUNE ,1989). Ce qui a permis de satisfaire les besoins de la culture de la pomme de terre durant tous les stades de son cycle végétatif. En fait, ces éléments sont des facteurs déterminants du rendement de cette culture.

Par ailleurs, le test de classement des moyens a montré que le site 1 correspondant au sol très salé a été classé en premier rang des paramètres du rendement, malgré la plus forte salinité d'eau et du sol au niveau de ce site, ceci peut être expliqué par l'effet de l'apport organique sous forme de fumier de volailles qui a provoqué l'abaissement du pH du sol. Ce qui en relation avec la

dissolution et libération des éléments nutritifs, notamment le phosphore et les oligoéléments) qui ont été probablement bloqués par la présence d'un taux de calcaire relativement élevé au niveau de ce site.

Il est par ailleurs, intéressant à signaler que malgré l'absence de la signification statistique de l'effet de l'interaction entre traitements pour le paramètre rendement total, les meilleurs rendements ont été enregistrés au niveau de la combinaison du sol du site1 (très salé) traité par les fortes doses de fumier de volailles (figure 17).

Chapitre IV : Teneur des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques au stade floraison

Généralement, la plante est très sensible aux contraintes environnementales tel que le stress salin, ceci lui confère des caractères physiologiques et biochimiques particuliers afin de poursuivre sa vie d'une façon normale sous ces contraintes, et ceci par le maintien d'une capacité photosynthétique élevée et par l'accumulation des composés osmorégulateurs conduisant à l'ajustement osmotique.

Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

III-1-Teneur des feuilles en chlorophylle

Les résultats de mesures de la teneur des feuilles en chlorophylle sont présentés dans le tableau (20) et illustrés dans la figure (18).

Tableau n°20 : Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en chlorophylle ($\mu\text{g/g}$ MF) au stade floraison dans les trois sites expérimentaux.

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier des volailles	Site1 : (Sol très salé)	Site2 : (Sol salé)	Site 3 : (Sol peu salé)	Moyennes	Signification statistique
T0	25.27	24.07	24.78	24.71 g	Effet fumier : THS
T1	33.46	27.93	28.75	30.05 f	
T2	35.66	29.86	32.14	32.55 e	Effet salinité : THS
T3	34.10	33.86	32.76	33.57 d	
T4	36.10	34.77	35.18	35.35 c	Effet interaction (fumier*salinité) : THS
T5	42.70	38.59	37.53	39.61 b	
T6	46.02	43.45	44.93	44.80 a	
Moyennes	36.19 a	33.24 c	33.72 b	34.38	

L'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif des doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en chlorophylle au stade floraison. Cette teneur passe de $24.71\mu\text{g/g}$ MF de obtenu avec la dose T0 (sans apport) à $44.80\mu\text{g/g}$ MF obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV), soit un taux d'augmentation est de l'ordre de 32. et 44% respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variance est de l'ordre de 0.2%.

Le test de Newman-Keuls a révélé 7 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T6 (50t/ha de FV) avec une valeur 44.80µg /g MF de "Chlorophylle".
- ❖ Groupe (B) : présenté par la dose T5 (40t/ha de FV) avec une valeur 39.61 µg /g MF de "Chlorophylle"
- ❖ Groupe (C) : présenté par la dose T4 (30t/ha de FV) avec une valeur 35.35 µg /g MF de "Chlorophylle".
- ❖ Groupe (D) : présenté par la dose T3 (20t/ha de FV) avec une valeur 33.57 µg /g MF de "Chlorophylle".
- ❖ Groupe (E) : présenté par la dose T2 (15t/ha de FV+engrais minéral) avec une valeur 32.55 µg /g MF de "Chlorophylle".
- ❖ Groupe (F) : présenté par la dose T1 (engrais minéral) avec une valeur 30.05 µg /g MF de "Chlorophylle".
- ❖ Groupe (G) : représenté par la dose T0 (sans apport) avec une valeur 24.71 µg /g MF de "Chlorophylle"

De même pour le facteur salinité, l'analyse de la variance a révélé un effet très hautement significatif sur la teneur des feuilles en chlorophylle. Cette teneur passe de 33.24µg/g MF de "Chlorophylle" obtenu par le site 2 (sol salé) à 36.19 µg/g MF de "Chlorophylle" obtenu par le site 1 (sol très salé), soit un taux d'augmentation de l'ordre de 8 % en faveur du site 1 (sol très salé).

Le test de Newman-Keuls a fait ressortir 3 groupes homogènes bien distincts:

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 1(sol très salé) avec 36.19 µg /g MF de "Chlorophylle"
- ❖ Groupe (B) : présenté par le site 3 (sol peu salé) avec 33.72 µg /g MF de "Chlorophylle".
- ❖ Groupe (C) : présenté par le site 2 (sol salé) avec 33.24 µg /g MF de "Chlorophylle"

Comme il est le cas des deux facteurs pris séparément, l'analyse statistique relative à l'effet de leur interaction (fumier*salinité), a montré un effet très hautement significatif sur la teneur des feuilles en chlorophylle. La teneur passe de 24.07 µg /g MF de "Chlorophylle" obtenu par le traitement (T0 *site 2(sol salé) à 46.02 µg /g MF de "Chlorophylle" obtenu par le traitement T6 (50t/ha de FV) * site 1(sol très salé) (Tableau n°20) , soit un taux d'augmentation de 47% de l'ordre de

Le test de Newman-Keuls a dégagé 21 groupes homogènes (Tableau n° 4, ANNEXE IIV).

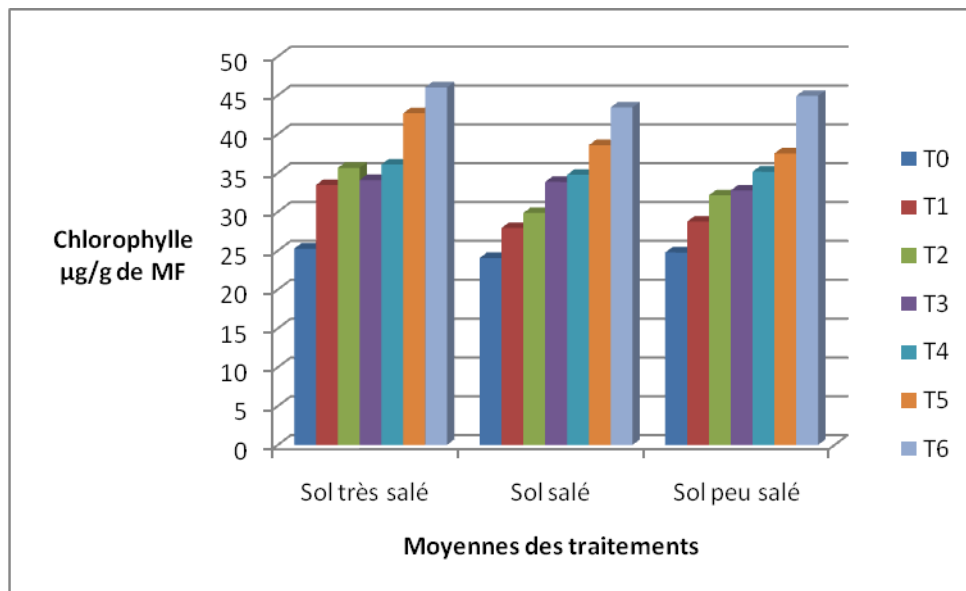


Figure n°18 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en chlorophylle ($\mu\text{g/g MF}$) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

III-2-Teneur des feuilles en solutés organiques

III-2-1- Teneur des feuilles en proline

Les résultats de mesures de la teneur des feuilles en proline sont présentés dans le tableau (21) et illustrés dans la figure (19).

Tableau n°21 : Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en proline (mg/ml) au stade floraison dans les trois sites expérimentaux.

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier des volailles	Site1 : (Sol très salé)	Site2 : (Sol salé)	Site 3 : (Sol peu salé)	Moyennes	Signification statistique
T0	0.07	0.08	0.05	0.07 g	Effet fumier : THS
T1	0.19	0.16	0.06	0.14 f	
T2	0.20	0.18	0.11	0.16 e	Effet salinité : THS
T3	0.21	0.20	0.16	0.19 d	
T4	0.23	0.23	0.21	0.22 c	Effet interaction (fumier*salinité) : THS
T5	0.45	0.28	0.25	0.33 b	
T6	0.46	36	0.26	0.36 a	
Moyennes	0.26 a	0.21 b	0.16 c	0.21	

Les résultats d'analyse de la variance ont montré un effet très hautement significatif des doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en proline. Ce paramètre passe de 0.07mg/ml MS de "Proline" obtenu avec la dose T0 (sans apport) à 0.36mg/ml MS de "Proline" obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV), soit un taux d'augmentation est de l'ordre de 61 et 80% respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0(témoin).

Le coefficient de variance est de l'ordre de 0.4%.

Le test de Newman-Keuls a illustré 7 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T6 (50t/ha de FV) avec une valeur de 0.36 mg/ml MS de "Proline".
- ❖ Groupe (B) : présenté par la dose T5 (40t/ha de FV) avec une valeur 0.33mg/ml MS de "Proline"
- ❖ Groupe (C) : présenté par la dose T4 (30t/ha de FV) avec une valeur 0.22 mg/ml MS de "Proline"
- ❖ Groupe (D) : présenté par la dose T3 (20t/ha de FV) avec une valeur 0.19 mg/ml MS de "Proline".
- ❖ Groupe (E) : présenté par la dose T2 (15t/ha de FV+engrais minéral) avec une 0.16 mg/ml MS de "Proline".

- ❖ Groupe (F) : présenté par la dose T1 (engrais minéral) avec une valeur 0.14 mg/ml MS de "Proline".
- ❖ Groupe (G) : présenté par la dose T0 (sans apport) avec une valeur 0.07 mg/ml MS de "Proline".

Pour le facteur salinité, l'analyse de la variance a dégagé un effet très hautement significatif sur la teneur des feuilles en proline. Ceci passe de 0.16 mg/ml MS de "Proline" obtenu par le site 3 (sol peu salé) à 0.26 mg/ml MS de "Proline" obtenu par le site 1 (sol très salé) avec une augmentation de 38.46% en faveur du site très salé.

Le test de classement des moyennes (Newman-Keuls) a donné 3 groupes homogènes bien distincts :

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 1(sol très salé) avec 0.26 mg/ml MS de "Proline".
- ❖ Groupe (B) : présenté par le site 2(sol salé) avec 0.21 mg/ml MS de "Proline".
- ❖ Groupe (C) : présenté par le site 3(sol peu salé) avec 0.16 mg/ml MS de "Proline".

L'effet de l'interaction (fumier * salinité) a également enregistré un effet très hautement significatif entre traitements sur la teneur des feuilles en proline stade floraison. La teneur passe de 0.05 mg/ml MS de "Proline" obtenu par le traitement (T0*site 3(sol peu salé) à 0.46 mg/ml MS de "Proline" obtenu par le traitement T6 (50t/ha de FV)* site 1(sol très salé), avec une taux d'augmentation de l'ordre de 89%.

Le test de Newman-Keuls a révélé 21 groupes homogènes (Tableau n°5, ANNEXE IIV).

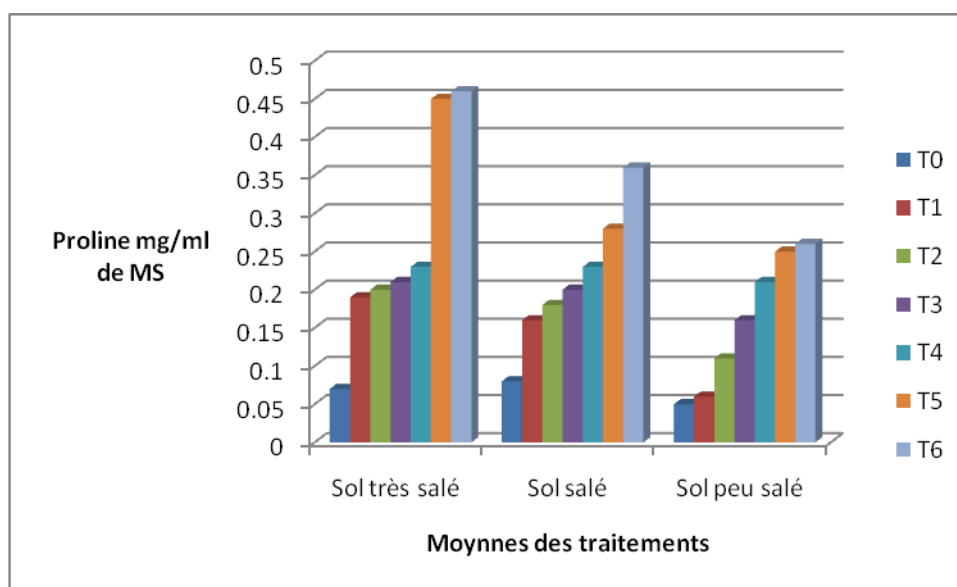


Figure n°19 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en proline (mg/ml) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

III-2-2-Teneur des feuilles en protéines

Les résultats de mesures de la teneur des feuilles en protéines sont présentés dans le tableau (22) et illustrés dans la figure (20).

Tableau n°22 : Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles (mg/ml MS) en protéines au stade floraison dans les trois sites expérimentaux

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier des volailles	Site1 : (Sol très salé)	Site2 : (Sol salé)	Site 3 : (Sol peu salé)	Moyennes	Signification statistique
T0	67.40	33.80	51.30	50.83 g	Effet fumier : THS
T1	70.90	49.50	54.60	58.33 f	
T2	72.80	47.10	53.60	57.83 e	Effet salinité : THS
T3	74.50	47.60	56.50	59.53 d	
T4	77.10	51.90	62.50	63.83 c	Effet interaction (fumier*salinité) : THS
T5	71.40	58.20	62.80	64.13 b	
T6	79.20	63.93	63.90	69.01 a	
Moyennes	73.33 a	50.29 c	57.89 b	60.50	

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré un effet très hautement significatif des doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en protéines. Ce paramètre passe de 50.83mg/ml MS de "Protéines "obtenu avec la dose T0 (sans apport) à 69.01mg/ml MS de "Protéines "obtenu avec la dose T6 (50t/ha de FV), avec un taux d'augmentation est de l'ordre de 15 et 26% respectivement par rapport la dose T1 (engrais minéral) et la dose T0 (témoin).

Le coefficient de variance est de l'ordre de 0.1%.

Le test de classement des moyennes nous a donné 7 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T6 (50t/ha de FV) avec une valeur de 69.01 mg/ml MS de "Protéines".
- ❖ Groupe (B) : présenté par la dose T5 (40t/ha de FV) avec une valeur de 64.13mg/ml MS de "Protéines"
- ❖ Groupe (C) : présenté par la dose T4 (30t/ha de FV) avec une 63.83mg/ml MS de "Protéines"
- ❖ Groupe (D) : présenté par la dose T3 (20t/ha de FV) avec une valeur de 59.53 mg/ml MS de "Protéines".
- ❖ Groupe (E) : présenté par la dose T2 (15t/ha de FV+engrais minéral) avec une valeur de 57.83mg/ml MS de " Protéines".

- ❖ Groupe (F) : présenté par la dose T1 (engrais minéral) avec une valeur 58.33 mg/ml MS de "Protéines".
- ❖ Groupe (G) : présenté par la dose T0 (sans apport) avec une valeur 50.83 mg/ml MS de "Protéines".

Quant au facteur salinité, l'analyse de la variance nous a indiqué que cet facteur influe d'une façon très hautement significative sur la teneur des feuilles en protéines. La teneur passe de 50.29 mg/ml MS de "Protéines" obtenu par le site 2 (sol salé) à 73.33 mg/ml MS de "Protéines" obtenu par le site 1 (sol très salé). L'augmentation dans ce cas est en faveur du site très salé avec un pourcentage de l'ordre de 31%.

Le test de Newman-Keuls relatif au classement des moyennes nous a donné 3 groupes homogènes

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 1(sol très salé) avec 73.33 mg/ml MS de "Protéines".
- ❖ Groupe (B) : présenté par le site 3(sol peu salé) avec 57.89 mg/ml MS de "Protéines".
- ❖ Groupe (C) : présenté par le site 3(sol peu salé) avec 50.29mg/ml MS de "Protéines".

La signification statistique relative à l'effet de l'interaction (fumier*salinité) a enregistré à son tour des différences significatives entre traitements sur la teneur des feuilles en protéines. La teneur passe de 33.80mg/ml MS de "Protéines" obtenu par le traitement (T0* site 2 (sol salé) à 79.20mg/ml MS de "Protéine" obtenu par le traitement T6 (50t/ha de FV)*site 1(sol très salé) avec une augmentation de l'ordre de 57 %.

Le test de Newman-Keuls a révélé 20 groupes homogènes (Tableau n°6, ANNEXE IIV).

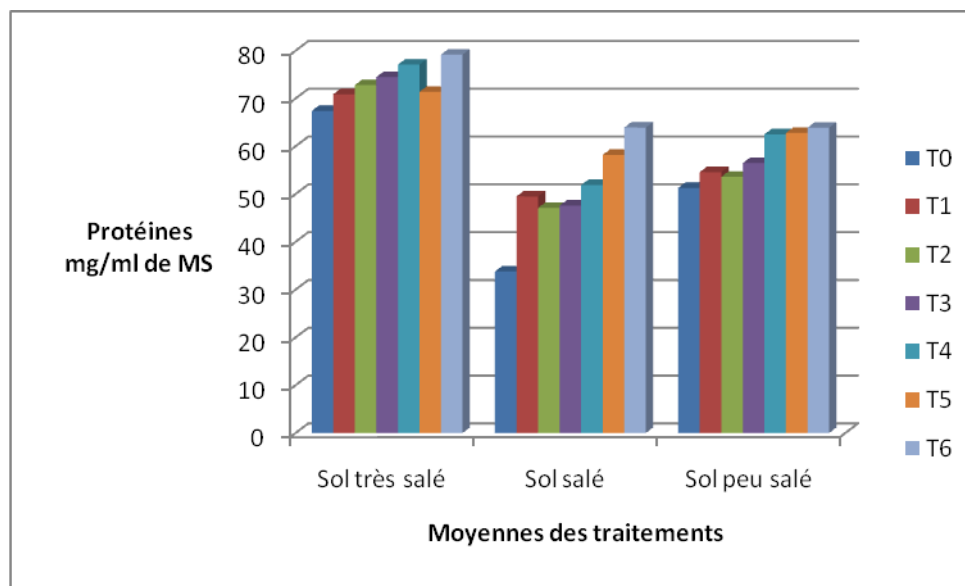


Figure n°20 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en protéines (mg/ml MS) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

III-2-3-Teneur des feuilles en sucres solubles

Les résultats de mesures de la teneur des feuilles en sucres solubles sont présentés dans le tableau (23) et illustrées dans la figure (21).

Tableau n°23 : Effet comparé des différentes doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en sucres solubles (mg/ml MS) au stade floraison dans les trois sites expérimentaux.

Niveau de salinité du Sol Doses du Fumier des volailles	Site1 : (Sol très salé)	Site2 : (Sol salé)	Site 3 : (Sol peu salé)	Moyenne	Signification statistique
T0	0.44	0.37	0.36	0.39 g	Effet fumier : THS
T1	0.62	0.61	0.56	0.60 f	
T2	0.64	0.61	0.46	0.57 e	Effet salinité : THS
T3	0.77	0.70	0.60	0.69 d	
T4	1.49	1.02	0.89	1.13 c	Effet interaction (fumier*salinité) : THS
T5	1.53	1.09	1.00	1.21 b	
T6	1.54	1.11	1.05	1.23 a	
Moyennes	1.00 a	0.79 b	0.70 c	0.83	

L'analyse statistique nous a montré un effet très hautement significatif des doses du fumier de volailles sur la teneur des feuilles en sucres totaux. Cette teneur passe de 0.39 mg/ml MS de "ST" obtenu avec la dose D0 (sans apport) à 1.23mg/ml MS de "ST" obtenu avec la dose D6 (50t/ha de FV), avec un taux d'augmentation de l'ordre de 51 et 68 % respectivement par rapport à la dose D1 (engrais minéral) et à la dose D0 (témoin).

Le coefficient de variance est de l'ordre de 0.1%.

Le test de Newman-Keuls nous a révélé 7 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par la dose T6 (50t/ha de FV) avec une valeur de 1.23 mg/ml MS de "ST".
- ❖ Groupe (B) : présenté par la dose T5 (40t/ha de FV) avec une valeur de 1.21mg/ml MS de "ST".
- ❖ Groupe (C) : présenté par la dose T4 (30t/ha de FV) avec une valeur de 1.13mg/ml MS de "ST".
- ❖ Groupe (D) : présenté par la dose T3 (20t/ha de FV) avec une valeur de 0.69 mg/ml MS de "ST".

- ❖ Groupe (E) : présenté par la dose T2 (15t/ha de FV+engrais minéral) avec une valeur de 0.57mg/ml MS de "ST".
- ❖ Groupe (F) : présenté par la dose T1 (engrais minéral) avec la valeur 0.60 mg/ml MS de "ST".
- ❖ Groupe (G) : représenté par la dose T0 (sans apport) avec la valeur 0.39 mg/ml MS de "ST".

Par ailleurs, l'analyse de la variance a montré que la salinité influe d'une façon très hautement significative sur la teneur des feuilles en sucres totaux. Ceci passe de 0.70 mg/ml MS de "ST" obtenu par le site 3 (sol peu salé) à 1 mg/ml MS de "ST" obtenu par le site 1 (sol très salé) soit un taux d'augmentation de l'ordre de 30 %.

Le test de Newman-Keuls a fait ressortir 3 groupes homogènes :

- ❖ Groupe (A) : présenté par le site 1(sol très salé) avec 1 mg/ml MS de "ST".
- ❖ Groupe (B) : présenté par le site 2(sol salé) avec 0.79mg/ml MS de "ST".
- ❖ Groupe (C) : présenté par le site 3(sol peu salé) avec 0.70mg/ml MS de "ST".

De même pour l'interaction (fumier*salinité), l'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif sur la teneur des feuilles en sucres totaux. Cette teneur passe de 0.36mg/ml MS de "ST" obtenue par le traitement (T0*site 3(sol peu salé) à 1.54mg/ml MS de "ST" obtenue par le traitement T6 (50t/ha de FV)*site 1(sol très salé), soit une augmentation de l'ordre de 76%.

Le test de Newman-Keuls a révélé 21 groupes homogènes (Tableau n° 7, ANNEXE IIV).

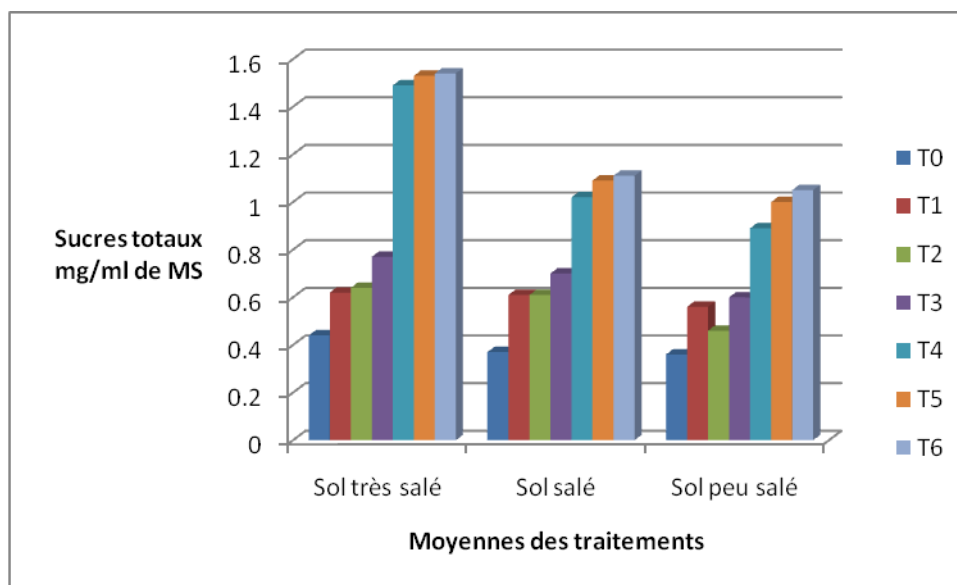


Figure n°21 : Effet comparé de différentes doses de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en sucres totaux (mg/ml MS) en fonction de degré de la salure dans les trois sites expérimentaux

Tableau n°24 : Résultats synthétiques de la signification statistique de la teneur des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques au stade floraison

Source de variation	Teneur de la chlorophylle	Teneur de la proline	Teneur de la protéine	Teneur des sucres totaux
Fumier	THS	THS	THS	THS
Salinité	THS	THS	THS	THS
Salinité*fumier	THS	THS	THS	THS

Discussion et conclusion

Les résultats globaux relatifs à cette partie de notre travail expérimental ont montré que l'augmentation des doses de fumier de volailles s'accompagne d'une augmentation très hautement significative des teneurs des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques par rapport au témoin sans aucun apport et à l'engrais minéral seul.

En fait, les doses de fumier de volailles ont augmenté la teneur des feuilles en chlorophylle, proline, protéines, et en sucres totaux et ceci proportionnellement à la dose du fumier apportée au sol.

Par ailleurs, les meilleurs teneurs en chlorophylle et en solutés organiques ont été enregistrés par les fortes doses de fumier notamment la dose T6 (50t/ha de FV).

Ainsi, les pourcentages d'augmentation de la plus forte dose de fumier T6 (50t/ha) en ces composés par rapport au témoin et à l'engrais minéral sont comme suit:

- * Des taux d'augmentation de l'ordre de 32 et 44 % de chlorophylle en faveur de la dose T6 (50t/h) ont été enregistrés respectivement par rapport à la dose T1 (engrais minéral) et à la dose T0 (témoin).
- * Par ailleurs, la plus forte dose de fumier de volailles a enregistré une augmentation de la teneur des feuilles en proline de l'ordre de 61 et 80 % respectivement par rapport à la dose T1 (engrais minéral) et à la dose T0 (témoin).
- * Quant' au teneur en protéines, l'augmentation est également en faveur de la plus forte dose de fumier T6 (50t/h) utilisée avec des taux de l'ordre de 15 et 26% respectivement par rapport à la dose T1 (engrais minéral) et à la dose T0 (témoin).
- * La plus forte dose du fumier de volailles T6 (50t/h) a enregistré une augmentation de la teneur en sucres de l'ordre de 51 et 68 % respectivement par rapport à la dose T1 (engrais minéral) et à la dose T0 (témoin).

Les faibles teneurs en chlorophylle au niveau du traitement témoin et de l'engrais minéral (T1), sont dues probablement à une carence et/insuffisance en éléments minéraux, ce qui peut avoir des répercussions négatives sur le processus photosynthétique.

Toutefois, l'analyse des résultats relatifs aux traitements avec les différentes doses de fumier de volailles, a montré que les différentes doses de fumier provoquent des augmentations appréciables de la teneur des feuilles en chlorophylle par rapport à celles enregistrées pour le témoin et le traitement minéral.

Ces résultats sont en concordance avec d'autres travaux qui montrent que l'apport de la matière organique sous forme de fumier de volailles fait augmenter le taux de l'azote et par conséquent la teneur en chlorophylle et la vitesse de la photosynthèse (ADEL MONIEM, 1999).

D'autre part, la richesse du fumier de volailles en azote influe positivement sur la teneur des feuilles de la pomme de terre en composés azotés notamment en proline, en protéines ainsi, qu'en sucres par rapport au témoin et à l'engrais minéral.

Concernant l'effet de la salinité, la réponse physiologique et biochimique de la plante au stress salin à travers l'analyse des teneurs des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques a montré

une accumulation significative et proportionnelle de ces produits au degré de la salure dans les trois sites expérimentaux.

Ainsi, les fortes concentrations ont été enregistrées au niveau du site 1 (sol très salé) avec 36.19mg/g de MF de chlorophylle en comparant avec les autres sites qui enregistrent des valeurs de 33.72 et 33.24mg/g MF de chlorophylle respectivement au site 3 (sol peu salé) et site 2 (sol salé).

D'après STROGONON et al (in ACILLA, 2003), les plantes améliorent leur tolérance à la salinité en accumulant plus de chlorophylle sous les conditions salines.

Par ailleurs, selon ZHIFANG et LOESCHER, 2003 (in Parida et Das, 2005), pour maintenir l'équilibre ionique de la plante sous stress salin, le cytoplasme accumule des composés de petites masses moléculaires nommés solutés compatibles parce qu'ils n'interfèrent pas avec les réactions normales biochimiques. Le point commun chez ces solutés compatibles est que ces composés peuvent être accumulés à des taux élevés sans perturber la biochimie intracellulaire (BOHNERT et JENSEN, 1996).

Par ailleurs, ces solutés sont des osmorégulateurs conduisant à la réduction du potentiel osmotique, permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence des cellules de la plante.

L'accumulation des protéines sous stress salin est nécessaire pour le phénomène d'osmorégulation (HELLER et al., 1998 ; CALU., 2006).

Pour la proline, les résultats obtenus ont montré que l'accumulation de cet acide aminé est proportionnelle au degré de la salure dans les trois sites expérimentaux, autrement dit, l'accumulation la plus importante a été enregistrée au niveau du site 1 (sol très salé) à forte concentration en sel.

Généralement, le rôle attribué à la proline dans la réponse des plantes au stress salin, reste parfois controversé : Pour QIAN et al (2001), son accumulation contribue à l'acquisition de cette résistance grâce à l'ajustement osmotique dont la proline est responsable. Elle pourrait, également intervenir dans la régulation du pH cytoplasmique (DANDEN et al., 2005).

L'accumulation des sucres solubles en réponse à la contrainte saline suggère aussi leur implication dans l'ajustement osmotique ou l'osmoprotection.

D'après (LEVIGNERON et al 1995), les teneurs en sucres et en amidon des feuilles semblent être des indicatrices du degré de résistance des espèces végétales à la salinité.

Il est connu que le taux des sucres augmente considérablement chez les plantes soumises aux différents stress, cela a été vérifié par NOIRAUD et al, (2000) chez le céleri sous stress salin ceci concorde bien avec nos résultats.

Alors que, la combinaison de l'effet (fumier*salinité) a montré une bonne interaction entre les deux facteurs étudiés avec des différences très hautement significatives entre traitements. Ceci indique que le fumier de volailles améliore la tolérance de la plante à la salinité grâce à l'accumulation des solutés organiques et de chlorophylle.

A titre d'exemple, D'après TRIPATHI (1999), la teneur en chlorophylle est le critère physiologique le plus utilisé pour quantifier l'état général de la plante. Ainsi, dans notre cas l'enrichissement du sol en fumier organique a stimulé la biosynthèse de la chlorophylle et ce ci proportionnellement au degré de la salure au niveau des trois sites.

Enfin, on conclue que le fumier de volailles a permis à la plante de poursuivre une stratégie d'adaptation à la contrainte saline par la maintenance d'une capacité photosynthétique élevée et par la voie de la biosynthèse des solutés organiques conduisant à l'ajustement osmotique nécessaire pour le maintien de la turgescence et de la croissance de la plante sous les conditions de forte salinité.

Conclusion

Les régions arides sont menacées par le problème de la salinité qui gêne et limite considérablement la productibilité végétal. Pour cela, il faut penser dès lors d'une stratégie agricole efficace afin d'augmenter la fertilité du sol et par conséquent assurer la production des plantes.

Dans ce contexte, l'utilisation de fertilisation organique sous conditions salines des régions arides est considérée parmi les meilleures solutions préconisées pour l'amélioration des rendements de la pomme de terre, culture stratégique pour notre pays.

Au terme de notre travail, nous avons étudié la réponse physiologique et biochimique de la pomme de terre (variété Spunta), à la salinité en présence de fertilisants organiques et ceci dans le but d'améliorer la production végétale et d'augmenter la tolérance de la plante à la contrainte saline par des apports organiques (fumier de volailles).

Notre étude a été basée sur l'influence des différentes doses du fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative et ceux de rendement, ainsi que sur les teneurs des feuilles en solutés organiques (proline, protéine et en sucres solubles) et en chlorophylle en réponse à la salinité.

Les résultats obtenus ont montré une augmentation significative des paramètres de croissance végétative et ceux de rendement en présence des doses croissantes du fumier de volailles par rapport en engrais minéral et au témoin sans apport, et ceci quelque soit le niveau de la salinité dans les trois sites expérimentaux. Toutefois, le meilleur rendement a été enregistré par la dose T6 (50t/ha de FV) au niveau du site 1 (sol très salé) correspond au fort niveau de la salinité.

Par ailleurs, l'analyse de la variance relative à l'accumulation des solutés organiques au stade floraison a montré que les traitements du fumier de volailles ont augmenté les concentrations et les contenus foliaires en chlorophylle et en solutés organiques : proline, protéines, et en sucres solubles, ce qui témoigne et confirme l'amélioration le niveau de la tolérance de la pomme de terre à la salinité suite à l'apport du fumier de volailles.

L'analyse de l'ensemble résultats obtenus de l'étude de la réponse biochimique de la pomme de terre à la salinité en présence de fertilisants organiques nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- L'accumulation des solutés organiques est un phénomène lié au stress salin, mais aussi à la présence de la matière organique sous forme de fumier.
- La teneur la plus élevée de la chlorophylle a été enregistrée au niveau du traitement T6 : avec 44.80µg/g MF.
- L'accumulation de la de la proline montre que la teneur la plus élevée a été enregistrée au niveau du traitement au T6 : avec 0.360 mg/ml MS.
- Par contre l'accumulation des sucres la plus haute a été enregistrée niveau du T6 avec 1.230 mg/ml MS.
- L'accumulation des protéines montre une teneur maximale au traitement T6 avec 69.01mg/ml MS.

En perspectives, on peut proposer que les résultats obtenus dans notre étude concernant le meilleur rendement qui a été enregistré par la dose T6(50t/ha de FV) au niveau du site 1(sol très salé) correspond au fort niveau de salinité, peuvent être expliqués ; d'un coté, à partir les résultats d'analyse de l'eau d'irrigation on remarque que cette eau est extrêmement salée ,ceci provoque l'augmentation des sels au niveau du site1.D'un autre coté , à partir les résultats d'analyse du sol des trois sites expérimentaux montrent que, le site1(sol très salé) très riche en potassium par rapport les deux autres sites , cet élément joue un rôle très important en favorisant le grossissement des tubercules.

Enfin, il ressort d'après cette étude que la production et la qualité de la pomme de terre dans les sols salés des régions sahariennes peuvent être améliorées par l'apport de fertilisation organique équilibrée et bien raisonnée.

Néanmoins, il est à recommander de porter les autres facteurs de production à leur optimum, en particulier le travail du sol qui doit être profond, le choix de variété qui doit être adaptée à la salinité, la semence qui doit être saine et certifiée ainsi que l'entretien de la culture qui doit être intensif et efficace.

Une fois ces facteurs sont optimisés, le rôle de fertilisation organique devient de plus en plus important et bénéfique.

Références bibliographique

Références bibliographiques

1. **ALARCON J.J., SANCHEZ-BLANCO M.J., BOLARIN M.J., TORRECILLAS A., 1994-** Growth and osmotic adjustment of two tomato cultivars during and after saline stress. *Plant Soil*, Vol. 66: 75- 82.
2. **ALLAOUI.A., 2006-** Étude comparative de la tolérance de trois porte-greffes d'agrumes à la salinité. Diplôme d'Inge. Etat en Agronomie. Option: Horticulture. ROYAUME DU MAROC. pp14
3. **AL-KARAKI G.N., 2000-** Growth, water use efficiency, and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, Vol. 23, No. 1: 1- 8.
4. **ANNOU.G., 2009.**Mécanismes adaptatifs de quelques halophytes spontanées sous deux régimes hydriques (Continu et discontinu) de la cuvette de Ouargla. Thèse Magister .Univ, Ouargla, 113p.
5. **ASHRAF.M., FOOLAD M.R., 2007.**Roles of glycine betaine and praline in proving plant abiotic stress resistance .*Environmental and Experimental Botany* vol .59 : 206-216.
6. **ASLAM,L 1992 :** Interaction of phosphate and salinity on the growth of rice (*Oryza Sativa*) Post. Doct. Research Report, School of biological Sciences, University of Sussex, and UK.PP.45.
7. **ASLOUM.H., 1990.** Elaboration d'un système de production maraichère (Tomate, *Lycopersicum exculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes . Utilisations de substrats sableux et d'eaux saumâtres .Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux , Université de Nice Sophia-Antipolis : 24-32.
8. **BAATOUR O., M'RAH S., BEN BRAHIM N., BOULESNEM F., LACHAAL M., 2004-** Reponses physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. *Revue des Régions Arides*, Tome 1, No. spécial: 346- 358.
9. **BAISE.D., 2000 .**Guide des analyses en pédologie INRA, Edit : Paris , 257p.
10. **BALESDENT.J., 1996 :**Un point d'évolution de la réserve organique des sols en France ,INRA , unité de science de sol , N° spécial , Paris , 245-260p.
11. **BAMOUI .H., 1999 ;**Technique de production de la pomme de terre , bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTA, N° 58 , PP1-15
12. **BERNARDLE CLECH.,2000 ;**Docteurs sciences , maitres de conférences Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles de Bordeaux-agronomie des bases aux nouvelles orientation.

13. **BERTHOMIEU.P.,CONEJERO.G.,NUBLAT.A.,BRACHENBURY.W.J.,LAMBERT.A.,SAVIOC.,UOZUMI.N.,OIKI.S.,YAMADA.K.,CELLIER.F.,GOSTI.F.,GOSTI.F.,SOMONNEAU.T.,ESSAH.P.A.,TESTER.M.,VERY A.A.,SENTENAC.H.,CASSE.F.,2003** .Functional anglais of ATHK T1 in Arabidopris shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial salt tolérance .Embo Journal .vol.22 : 204-2014.
14. **BINET.P., 1985.**Halophytes in Encyclopedia universalist.Corpus 9.
15. **BOHNERT HJ, JENSON RG.1996** Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. Trends in Biotechnologie 14, 89-97
16. **BOUAZIZ .E. 1980** : Tolérance à la salure de la pomme de terre .Physiol.Vég.18 , p11-17
17. **BRADY N.C and WEIL R.H., 2002.**The nature and properties of soils -13th edi –Prentice Hall , uppert saddle rives , NJ –USA.
18. **CALU.G.,2006** .Effet du stress salin sur les plantes .Comparaison entre deux plantes modèles .Arabidopsis thaliana et Thellungiella halophila .Trands in plant science : 1-8.
19. **CHAUSSOD.R., 1996.**La qualité biologique du sol : Evaluation et implication .Etude et gestion du sol , N°3 , vol 4 , pp264-275.
20. **CHIBANE.A., 1999.**Techniques de production de la pomme de terre au Maroc , Bull Transfert de Technologie , N°52, Rabat , 4p.
21. **DAVET.P., 1996.**La vie microbienne dans le sol et la production végétale, INRA, Edit. Paris, 383p.
22. **DEBEZ.A., CHAIBI.W.,BOUZID.S.,2001.**Effet du NaCL et de régulateur de croissance sur la germination d'Atriplex halinus L.Cahier d'études et de Recherches Francophones (Agricultures , vol .10-2 :135-138.
23. **DELAS.J,JUST.C.,GOULAS J.P.,1973** :Matière organique et fertilité des sols , contribution à l'étude des effets de la matière organique sur les rendements et la qualité des récoltes ainsi que l'évolution du milieu .B.T.I
24. **DOGGARA.M. 1980** .Méthodes d'analyses des sols salés alcalins , polycopie , I.N.A.Alger , 35p.
25. **DOMMERGUES.Y et MANGENOT.F.,1970** :Ecologie microbienne du sol .Masson et Cie Editeurs , Paris , 796p.
26. **DUBOIS. M., GILLESs K.A., HAMILTON J.K., REBECS P.A., SMITH. F., 1956:** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28 (3): 350-356.
27. **DUCHAUFFOUR.P.H .,1976** :Pédologie, Tome I pédologénèse et classification , Edit : Masson et Cie , 477p.

Références bibliographiques

28. **DUCHAUFOR., 1995.** Abrèges pédologie : sol végétation, environnement .4^{ème} Ed .MASSON .Paris .324p.
29. **DURAND.J.H.,1983** :Les sols irrigables , étude pédologique .Edit. Imprimerie ; Paris 339p
30. **DURAND.J.H.,1983** :Les sols irrigables .Etude pédologique , Edt imprimerie Boudin , Paris ,339p.
31. **ESSINYTON M.E.,2004** .Soil and water chemistry , and integrative pouch .CRC . Press .USA.
32. **F.A.O, 2005** : Annuaire statistique de la FAO
33. **F.A.O,2006:** : Annuaire statistique de la FAO
34. **F.A.O,2007** :Annuaire statistique de la FAO
35. **F.A.O,2008** :Annuaire statistique de la FAO
36. **FLOWERS T.J.,TROKE P.F , and YEO A.R.,1977.**The mecanisms of salt in corps plants : Where next ?Aust.J.Plant .Physiol 22 :875-884.
37. **GOBAT.J., ARAGNO.M.,MATTHEY.W.,1998** :Le sol vivant , base de pédologie , biologie des sols , 572p
38. **GRISON., 1983.**La pomme de terre , caractéristiques et qualités alimentaires .APRIAED .Paris .292p.
39. **GROUZIS.M.,HEIMG.,BERGER.A.,1977.**Croissanceet accumulation de sels chey deux Salicornes annuelles du littoral méditerranéen.OEcologia plantarum , Tome2 N°.4 /3076322.
40. **HADJADJ.S., 2009.**Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur des marqueurs biochimiques (proline et sucres solubles) de plantes juvéniles d'*Atriplex halinus* L et d'*Atriplex canescens* (push Nutt). Thèse Magister. Univ, Ouargla, 100p.
41. **HALILAT MT., 1993-** Etude de la fertilisation azotée et potassique sur le blé dur (variété aldura) en zone sahariennes. (Régions Ouargla). Thèse Magister. Univ, Batna, 130p.
42. **HALITIM.A., 1973.** Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algerie en vue de leur mise.
43. **HALITIM.A,BENNABADJ.N.,1978.**Etude expérimentale de l'influence du compost urbain sur les propriétés du sol et la production de tomate en présense d'eau d'irrigation chargée en chlorure de sodium classes Ann.,Agro,INA,Alger, Vol III, N°4, pp :37-44.
44. **HALITIM.A, DELLAL A., 1992.**Activité microbiologique en conditions salines : cas de quelques sols salés de la région de Rélizan (Algérie), cahiers agricultures 335p.
45. **HAOULA.F.,FERJANI.H.,BENEL HADJIS.,2007.**Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺ , K⁺ et Ca²⁺) et de chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray gran anglais et du Chient Biotechnologie , Agronomie , Société et Environnement , vol.11N°.3 :235-244.

46. HARE, P. D. CRESS, W. A. AND VAN STADEN, J. 1998. Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant, Cell and Environment*. (21): 535–553.
47. HASEGAWA P.M., BERSAN R.A., ZHUJ.K., BOUNERT H.J., 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, vol.54 :463-499.
48. HELLER.R., ESNBAULT.R., LANCE.C., 1998. *Physiologie végétale*. Tome I. Nutrition. 6^{ème} édition. DUNOD, Paris : 134-135.
49. HERMANDEZ.S., 1997. Mécanismes physiologiques, et métaboliques de la résistance à la contrainte saline chez les végétaux supérieures. *Rapport bibliographiques*. Uni de Rennes I. 20p
50. HERMANDEZ.S., 1997. Modalités métaboliques de la réponse prolifique chez *Lycopersicon esculentum* en conditions de stress salin. *Mémoire D.E.A.* Uni de Rennes I. 20p.
51. HOPKINS W.G., 2003. *Physiologie végétal*, 2^{ème} édition. De Boeck, Bruscelles : 61-476.
52. HORTON, MARAN, OCHS, RAWN et SCRINGEOUR., 1994. *Principe de Biochimie*. De Boeck université. 25p.
53. HURKMMAN W.J., 1993. Effect of salt stress on plant gene expression : a review. In *genetic aspect of plant mineral nutrition*, éd. PJ Randall, E Delhaize, RA Richards, R Munns, pp.187-193. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
54. I.T.C.F., 1998. *Maladies de la pomme de terre*.
55. I.T.S.M.I., 2002. *Guide pratique du plant de pomme de terre*. Ed. DFRV 200001, pp.4-20.
56. I.T.S.M.I., 2004. *Guide pratique du plant de pomme de terre*, Ed. DERV 200001. PP1-16.
57. ISMAIL.A.W.A., 1990. Germination ecophysiology in population of *Zygophyllum sequatarense*. Hadidi from contrasting habitats. Effects of temperature, salinity and growth regulators with special reference to fuscococcin. *Journal of Arid Environment*, (18) :185-194.
58. KEREN.R., 2000. Salinity in summer M.E. Ed. *Handbook of soil Science*. CRC Press, NY. USA. PPG 3.G25.
59. KHDRAOUI.A., 2005. *Eaux et sols en Algérie. Gestion et impact sur l'environnement*, Beskra, 133p.
60. LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY P ET CASSE-54. DELBERT F., 1995. Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*. 4 : 263-7-273.
61. LEMEEG., 1978. *Précis d'écologie végétal*. Masson, Paris :131-132

Références bibliographiques

62. **LEPOIVRE.PH.,2003** . Phytopathologie bases moléculaires des stratégies de lutte .1^{ère} édition, de Boeck et Larcier , Bruscelles :28-29.
63. **LEVY G.J., 2000** .Sodicity in summer M.E .Ed .Handbook of soil science .CRC Press .NY.usa.pp G27-G62.
64. **MARTIN. ET, RENY.AL., 1993** .Animal Manures as Feed stuffs Agricultural Wastes 6, 131-166.
65. **MAAS. EV.,1986**.Salt tolerance of plants .Appl.Agric.Res1 ,p12-16.
66. **MATHIEU.C, AUDOYE.P, CHOSSAT.J C., 2007**.Bases techniques de l'irrigation par aspersion .Edit , TEC &DOC , Paris , 474p
67. **MENACER .A. 2009-** Effet de différents types d' engrais potassiques sur la production et la qualité technologique de la pomme de terre (var.Spunta) dans la région de Ouargla.Thèse Ing.Univ, Ouargla.115p.
68. **MESSEDI.D.,ABDELLY.C.,2004**.Physiologie de la tolérance au sel d'une halophite de recouvrement : Batis maritima .Revue des Régions Arides .Tome I ,N° spécial ;192-199.
69. **MORAL.JL., 1989**.Les sols cultivés, dynamique générale de la matière organique. Edit. Lavoisier. pp : 310-325.
70. **MOULE.C. 1972** : Les plantes sarclées et déverses-B Ballière et fils , éditeur , Paris .246p
71. **MUNNS.R et TERMATT.A.,1986** .Whole plant reponse to salinity . Australien journal of plant physiology 13 :143-160.
72. **MUSTIN.M .1987**.Le compost : gestion de la matière organique .Edit: François Dubusc , Paris , pp 1-954.
73. N° 285 ,pp 842-855.
74. **NEDJIMI.B.,DAOUD.Y,TOUATI.M.,2006**.Growth , water relation , Proline and ions contenant of invitro infurthili as affected by CaCl₂ .International jounal of the faculty of Agriculture and Biology , vol 1 , N°2 :79-89.
75. **NOIRAUD N., DELROT S. AND LEMOIN R. 2000**. The sucrose transporter of celery .Identification and expression during salt stress 1.Plant physiol .Volum 122 ,Pp 1447-1456.
76. **OUASTANI.M., 1994**.Contribution à l'étude l'influence de certains amendements organiques sur les propriétés biologiques et chimique d'un sol salé de la région d'Ouargla .Thèse d'Ing .INFSAS. Ouargla 128p.
77. **OUASTANI.M.,2006**.Contribution à l'étude de l'influence des amendements organiques sur les propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions sahariennes (Cas de Ouargla) .Thèse Magister .Université Ouargla.187p.

Références bibliographiques

- 78. PARIDA A., DAS A.B., DAS P. 2002:** NaCl stress causes changes in photosynthetic Pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera arvilla*, in hydroponic cultures. *J. Plant Biol.* 45, 28-36.
- 79. PARIDA, A. K. AND DAS, A.B. 2005.** Salt tolerance and salinity effects in plants: a review *ecotoxicology and environment safety* 60: 324-349.
- 80. POORMOHAMMAD KIANI.S.,2007 .**Analyse génétique des réponses physiologiques du tournesol (*Helianthus annuus L.*).Soumis à la sécheresse .Thèse de doctorat en Génétique et Amélioration des plantes .Ecole National Supérieure Agronomique (ENSAT).Toulouse :720-721.
- 81. RAINS D.W.,1989.** Plant tissue and protoplasticulture : Application to stress physiologie and biochemistry in plant under stress , ed . Jones H.G et al .Cambridge university press. Pp.181-193.
- 82. RAVEN P.H.,EVERT R.F et EICHORN S.E.,2003.**Biotechnologie végétale .De boek .p.944.
- 83. REGRAGUI.A., 2005 .**Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le coupe tomate-verticillium : Conséquences physiologiques et impact sur la bioprotection des tomates la verticilliose .Thèse de doctorat en phytopathologie, Université Mohammed v-Agdal , Rabat : 81-82.
- 84. REINOSO.H., SOSA.L., RAMIREZ.L., 2004.**Salt induced changes in the végétabve anatomy of *Prosopis strombulifera* (Leguminosae) .Canadian Journal of Botany , vol 82 ,N°5 : 618-628.
- 85. REZGUI M., BIZID E., BEN MECHLIA N., 2004-** Etude de la sensibilité au déficit hydrique chez quatre variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) cultivées en conditions pluviales et irriguées en Tunisie. *Revue des Régions Arides*, Tome 1, No spécial: 258-265.
- 86. RHOADES, J. D. AND LOVEDAY, J. (1990):** Salinity in irrigated agriculture. In: *Irrigation of Agricultural Crops*. ASA-CSSA-SSSA. Agron. Monograph 30: 1089-1 142.
- 87. ROUVILOIS-BRIGOL M., 1975.** Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Ed. Publ. Dépar. Géol. Univ. Sorbonne. Paris. Tome 2.316p
- 88. SAHNOUNE.M.,1986 :**Contribution à l'étude des litières de volailles comme amendement organique en cultures maraichères , sous trois étages bioclimatiques (Sub-humide , semi-aride , et saharien) en Algerie.

Références bibliographiques

89. **SERRANO.R., GAXIOLA.R.,1994.** Microbial models and salt stress tolerance in plants .*Crit.Rev.Plantsci.vol.13 :121-138.*
90. **SKIREDJ.A., 2007 :** Département d'horticulture /IAV Hassan II /Rabat/Maroc. Raisonement du plan du fumures de la pomme de terre .
91. **SMAIL.SAADOUN.N., 2005 .**Réponse adaptative de l'anatomie des chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême . *Science et changements planétaires/sécheresse, vol .16.N°2 :121-124.*
92. **SOLTNER.,2003 .**Les bases de la production végétale , Tome I , le sol et son amélioration .Edit collection science technique agricole .472p.
93. **SOLTNER.D.,1979 .**Les grandes productions végétales phytotechnies spéciale 10^{ème} Edition .427p.
94. **TARCHOUNE.A.,ATTIA.H.,TARCHOUNE.I.,FERCHICHI.A.,LACHAAL.M.,2004 .**Réponse de la germination et de la croissance d'*Acacia salicina* aux contraintes saline et hydrique . *Revue des Régions Arides , Tome I , N° spéciale : 330-335.*
95. Thèse Ing , Rabat , 224p
96. **THRIPATHI A.K. AND TRIPATHI S. 1999.** Change in some physiological and biochemical characters in *Albizia lebbek* as bioindicateurs of heavy metal toxicity. *J.Environ. Biol., 20 (2): 93-98.*
97. **TIPIRDAMAZ.R.,GAGNENL.D.,DUHAZ2.C.,AINOUCHE.A.,MONNIER.C.,OZAK AN.D.,LARHER.F.,2005.**Clustering of halophites an inland marchin turkey according to their ability to accumulate sodium and nitrogenoun osmolytes .*Environnement and Experimentation Botany.57.139.156 .*
98. **TORRECILLAS.A.,ALARCON J.J.,SANCHEZ-BLANC M.J.,1994.**Osmootic adjustment in leaves of *Lycopersicon exulentum* and *L. pennelli* in reponse to saline water irrigation-*Biol.Plant .pp.247-254*
99. **TOUTAIN G., 1979.** Élément d'agronomie saharienne De la recherche au développement. I.N.R.A. Paris.276p
100. **TROLL, W. ET LINDSEY, J.1955.** A photometric method for the determination of proline. *J. Biol. Chem. (215): 655-660.*
101. **VENEKANP J.H.,1989.**Regulation of cytosol acidity in plants under conditions of druoght.*Physiol.Plant.76 :112-117.*
102. **VILAIN H., 1999.** Méthodes expérimentales en agronomie (pratique et analyse). Edit : Tec et Doc. Paris.337p.
103. **YOSHIBA.Y.,KIYOSUE.T.,KATAYIRI.T.,UEDAH.,MIZUGOCHI.T.t.et al .,1995 .**Collection betwen the induction of agrene for D1-pyrroline-5-carboxylate synthétase and

Références bibliographiques

the accumulation of proline in *Arabidopsis thaliana* under osmotic stress . *Plant J* .7 : 751-60.

104. ZERRAD.W.,HILLALLS.,MATOUI B.S.,ELANTRIS.,et HMYEME.A.,2006.Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur .Congrès International de Biochimie , Agadir :371-376.
105. .ZHANY.J., LUQ, and UERMA DSP.,1995 .Removal of feedback inhibition of delta 1-purroline-5-carboxylate synthétase , a bifunctional enzyme catalyzing the first step of proline biosynthesis in plants.*J.Biol.Chem.*270 : 20491_96.
106. ZHU, J-K .,2001. Salt and drought stress signal transduction in plants. *An. Rev. of Plant Biol.* 53: 247-73.
107. .ZID.E., GRIGNON.C., 1991.Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, d'AUPELF-UREF. Paris, Actualité scientifique.
108. ABD ELMONAIM., 1999 .446 إنتاج البطاطا, الدار العربية للنشر والتوزيع ص
109. CHAHATA. M.A., 1993.149 الأسمدة العضوية و الأراضي الجديدة ص

Annexes

ANNEXE (I)

- **Caractéristiques de la pomme de terre**

1. Taxonomie : Selon (BOUMLIK ,1995)

La position systématique de la pomme de terre est :

- **Embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones
- **Sous classe** : Gamopétales
- **Ordre** : Palé moniales
- **Famille** : Solanacées
- **Genre** : Solanum
- **Espèce** : Solanum tuberosum L

2. Description botanique

Les différentes espèces et variétés de pomme de terre ont des caractéristiques botaniques différentes. C'est pour cela qu'il est nécessaire de connaître les différentes parties de la plante.

Les tiges aériennes de la pomme de terre dont le nombre peut varier de 1 à 10 ont un port érigé au début, puis devient étalé la suite. Les feuilles sont composées (6 à 10 folioles/ feuilles). Elles permettent par leur différence d'aspect et de coloration de caractériser les variétés.

La floraison de la pomme de terre est terminale et en forme de cime.

La fleur peut être de couleur blanche, bleue ou violette. Ces fleurs donnent des fruits en forme de baie contenant des graines plates et blanchâtres.

Le tubercule est une tige souterraine où se sont accumulées les réserves. Il peut être grossier et de forme variable, allant de rond oblong à long et plus ou moins aplati selon les variétés.

Les germes peuvent être blanche ou colorés partiellement a la base ou a l'extrémité. Puis ils prennent une couleur caractéristique de la variétés (vert – rouge- violet etc.) s'ils sont exposé a la lumière diffuse (FAU, 2008)

3. Cycle de développement de la pomme de terre

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

- La germination et l'émergence de la plantule
- Le développement des feuilles (30 à 40 jours après l'émergence
- La tubérisation ou la formation des tubercules (JAE) et l'émergence de l'inflorescence (50 à 60 JAE)
- la floraison et le développement des tubercules (60 à 80 JAE)
- la maturation des tubercules caractérisée par la sénescence de la plante et l'arrêt de développement des tubercules (85 à 130 JAE)

ANNEXE (II)

• Caractéristiques de la variété " Spunta "

La variété Spunta présente les caractéristiques suivantes :

- **Catégorie** : Consommation
- **Maturité** : Demi-précoce
- **Tubercule** : Oblong, allongé, régulier, yeux très superficiel, peau jaune, chaire jaune
- **Germe** : Violet, conique, pilosité moyenne
- **Plante** : Taille haute, port dressé, type rameux
- **Tige** : Pigmentation forte
- **Feuille** : Vert franche, peu divisé, mi-ouverte, foliole moyenne, ovale arrondie, limbe cloqué
- **Floraison** : Assez abondante

- **Fleur** : Blanche, bouton floral partiellement pigmenté
- **Fructification** : Très rare
- **Calibrage** : Proportion de gros tubercule, très forte
- **Sensibilité aux maladies** :
 - Mildiou du feuillage** : moyennement sensible
 - Mildiou du tubercule** : moyennement sensible
 - Galle verruqueuse** : non attaquée
 - Gale commune** : assez sensible
- **Repos végétatif** : Moyen
- **Qualité culinaire** : Bonne tenue à la cuisson, groupe culinaire B, très léger, noircissement, après cuisson, coloration à la friture
- **Teneur en matière sèche** : Très sensible

(F.A.O.2008)

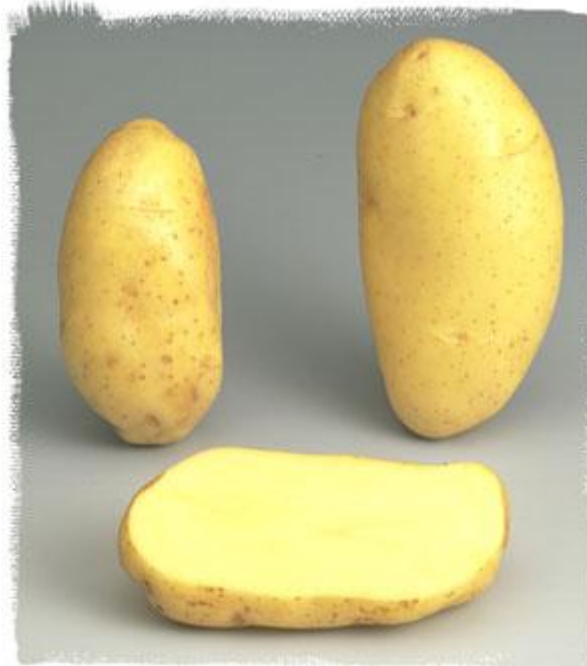


Photo : Tubercule de la pomme de terre variété Spunta

ANNEXE(III)

- Quelques maladies et anomalies physiologiques des feuilles et tubercules de la pomme de terre

Les agents	Nom de maladie	Organes touchés	Description des dégâts
Les maladies Fongique (MOULE, 1972 ; SOMTNER, 1979 ABDEL MONIAM HASSEN A, 1999 ; ANONYME, 1998 ; ANONYME, 1979)	<i>LE mildiou</i> <i>Phytophthora infestans</i>	Jeunes pousses Feuilles et pétioles Bouquets terminaux Tige Tubercules	-Sont grêles et couvertes d'un duvet blanchâtre -Sur la face supérieure des taches décolorées (vert-clair) d aspect huileux -sur la face inférieure le pourtour de la zone nécrosée laisse apparaître, en condition de forte humidité. -un brunissement et un léger recroquevillèrent des feuilles apicales. -une nécrose brune violacé s'étendant sur quelques centimètres a partir d'un nœud - à l'extérieur des taches violacées, brunâtres, peu enfoncées. Et al intérieur du tubercule se manifestent de tache de couleur rouille, de forme diffuse.
	<i>Le rhizoctone brun</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	Jeunes pousses Stolons Tubercules	-marque ou retarde à la levée (nécroses sur germes). -nécroses sèches et bien délimitées sur la partie souterraine des tige ou les stolons. -mycélium blanc visible ou collet - les tubercules son atteint de rhizoctone en peu décrit, est continue de petite tache brunâtre arrondies d'un diamètre qui dépasse rarement 4 a 5 mm
	<i>L'altémariose</i> <i>Alernaria solani</i> <i>.Altemaria alternata</i>	Feuilles Tubercules	-A la face supérieure des feuilles, on observe des Tache dispersées, très peut délimitées brunes a noires de type nécrotique avec des contours anguleux et de diamètre variables.

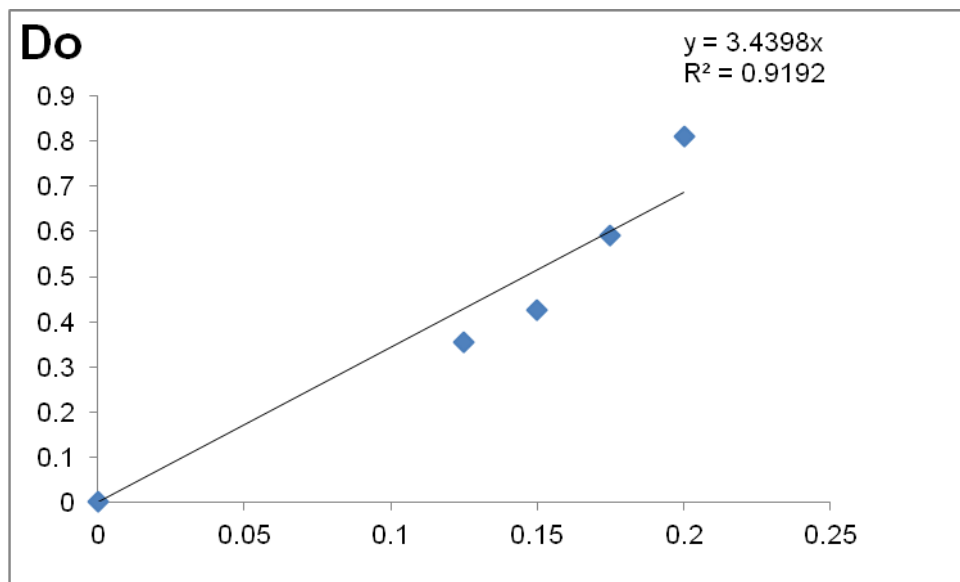
ANNEXE (VI) :

- **Courbes d'étalonnage (proline, sucres solubles et protéines)**
- ✓ **Courbe d'étalonnage de la proline**

La courbe d'étalonnage est préparée par pesée de 1 g de proline ajusté à 100 ml d'eau distillé. Dans des tubes à essais préparer une gamme étalonnage allant de 0.125 à 0.2 mg.ml⁻¹:

Tableau n°1 :

Tube	1	2	3	4	5
Concentration.mg/ml	0	0.125	0.15	0.175	0.2
Densité optique	0	0.356	0.425	0.591	0.812



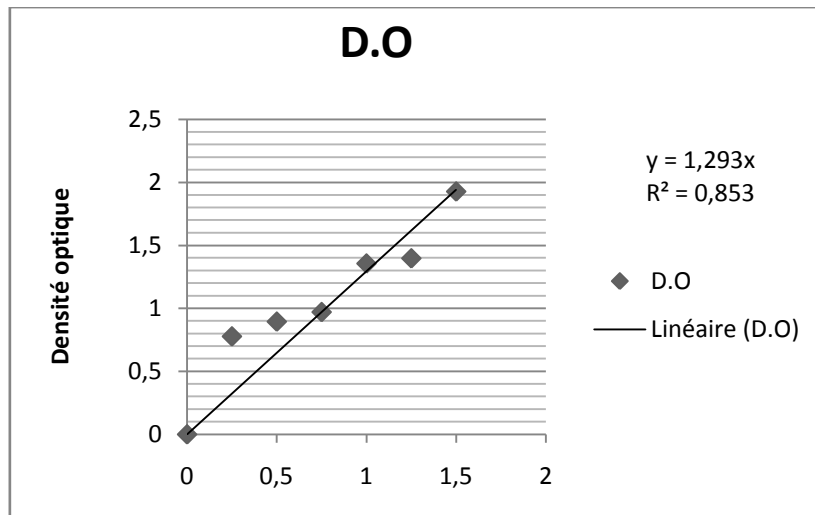
Courbe d'étalonnage de la proline

- ✓ **Courbe d'étalonnage des sucres solubles**

La courbe d'étalonnage est préparée par pesée de 1 g de glucose ajusté à 100 ml d'eau distillé. Dans des tubes à essais préparer une gamme étalonnage allant de 0.25 à 1.5 mg.ml⁻¹:

Tableau n°2 :

Tube	1	2	3	4	5	6	7
Concentration mg.ml⁻¹	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5
Densité optique	0	0.777	0.894	0.970	1.355	1.396	1.926



Courbe d'étalonnage des sucres solubles

✓ **Courbe d'étalonnage des protéines**

On utilise le sérum albumine bovine pour tracer la courbe d'étalonnage D.O = F

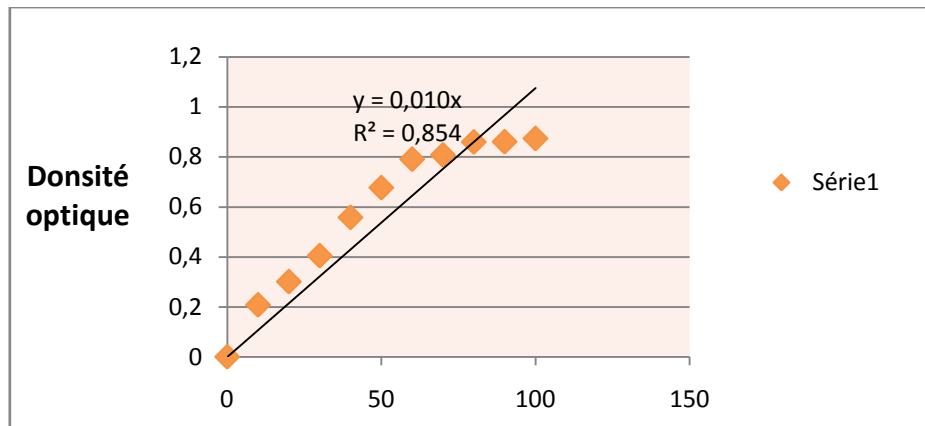
(C)

La solution mère de BSA est à 10mg/100ml.

Les quantités à déposer dans chaque tube sont indiquées au tableau ci-après :

Tableau n°3:

Concentration P	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Solution mère de BSA (ul)	0	100	200	300	400	500	600	300	200	100	1000
Eau distillée (ul)	1000	900	800	700	600	500	400	700	800	900	0
D.O	0	0.208	0.301	0.405	0.558	0.677	0.791	0.808	0.860	0.867	0.874



Courbe d'étalonnage des protéin

ANNEXE (V)

- **Echelles d'interprétation de quelques analyses physiques et chimiques du sol**

Tableau 1:Granulométrie

	Terre fine				
Taille	<2 µm	2 à 20 µm	20 à 50 µm	: 50 à 200 µm	0.2 à 2 mm
classes	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
	Elément grossiers				
Taille	2 à 20 mm	2 à 5	cm 5 à 20	20cm	>20cm
classes	Gravier	caillou	pierre	bloc	

(BERNARD LE CLECH.2000)

Tableau 2 : Calcaire

Quand les sols sont calcaires, la texture peut être qualifiée en conséquence :

Taux de calcaire en % de masse	<5	5à20	20à50cm	>50cm
Dénomination	Normal	Suffixe «calcaire»	Préfixe «calcaro»	calcaire
Exemples	Sablo argileux	Argilo calcaire	Calcaro argileux	Calcaire argilo-limoneux

(BERNARD LE CLECH, 2000)

Tableau 3 : pH

Le pH, potentiel hydrogène, représente l'acidité du sol. Il est mesuré dans un rapport sol/solution de 2.5.

PH	<3.5	3.5-4.2	4.2-5	5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.7	>8.7
Classes	Hyper acide	Très acide	Acide	Faiblement acide	neutre basique	basique	Très

(BERNARD LE CLECH, 2000)

Tableau 4 : Classification des sols salés

	Sols salins (Solontchaks)	Sols Salés à alcalins (Solontchaks Solonetz)	Sols alcalins (Solonetz)
CE ds/m (à 25 °c)	>4 ds/m	>4 ds/m	<4 ds/m
pH	<8,5	<8,5	>8,5
ESP (% CEC)	< 15 %	> 15 %	>15 %

Tableau 5 : Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5

Conductivité électrique (ds/m à 25°C)	Degrés de la salinité
<0.6	Sol non salé
1 0.6 < CE < 2	Sol peu salé
2 < CE < 2.4	Sol salé
2.4 < CE < 6	Sol très salé
>6	Sol extrêmement salé

(BERNARD LE CLECH, 2000)

Tableau 6 : Matière organique (MO)

MO (%)	Sol
$MO \leq 1$	Très pauvre
$1 < MO \leq 2$	Pauvre
$2 < MO \leq 4$	Moyenne
$MO > 4$	Riche

(TTA.1975)

Tableau 7 : Azote total

N_{total} (%)	Sol
$N_{total} \leq 0.5$	Très pauvre
$0.5 < N_T < 1$	Pauvre
$1 < N_T < 1.5$	Moyen
$N_T > 1.5$	Bien pauvre

(HENN, 1969)

Tableau 8: Rapport C/N

C/N	Niveau de minéralisation	Disponibilité de l'azote
<10	Forte minéralisation	Elevée à très élevée
10-20	Bonne minéralisation	Bonne à élevée
20-60	Faible minéralisation	Faible à négative
60-100	Faible minéralisation	Très faible a négative
>100	Forte minéralisation	Négative

Relation entre le rapport C/N résidus organiques la minéralisation et la disponibilité de l'azote pour les plantes (Elliot et al 19)

ANNEXE(IV)

- **Analyse de la variance des paramètres étudiés**

Tableau n°1 : L'analyse de la variance du nombre des feuilles par plant

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V.
VAR.FACT 1	255.70	2	127.85	5.31	0.0090	16.1%
VAR.FACT 2	524.28	6	87.38	3.63	0.0058	
VAR.INTER F1*2	650.06	12	54.17	2.25	0.0273	
VAR.RESIDU 1	962.26	40	24.06			

Tableau n°2 : L'analyse de la variance du nombre des tiges par plant

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V.
VAR.FACT 1	0.52	2	0.26	0.66	0.5287	19.1%
VAR.FACT 2	2.24	6	0.37	0.94	0.4751	
VAR.INTER F1*2	9.03	12	0.75	1.90	0.0635	
VAR.RESIDU 1	15.81	40	0.40			

Tableau n°3 : L'analyse de la variance de la longueur de la tige

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V
VAR.FACT 1	199.71	2	99.85	9.07	0.0006	
VAR.FACT 2	1239.46	6	206.58	18.76	0.0000	
VAR.INTER F1*2	199.06	12	16.59	1.51	0.1619	
VAR.RESIDUELLE1	440.45	40	11.01			12.2%

Tableau n°4 : L'analyse de la variance de la surface foliaire

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	CV
VAR.FACT 1	109474.34	2	54737.17	29.05	0.0000	
VAR.FACT 2	29021.64	6	4836.94	2.57	0.0336	
VAR.INTER F1*2	36640.89	12	3053.41	1.62	0.1244	
VAR.RESIDUELLE1	75357.25	40	1883.93			22.1%

Tableau n°5 : L'analyse de la variance du nombre des tubercules par plant

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V
VAR.FACT1	18.71	2	9.35	19.01	0.0000	
VAR.FACT 2	13.73	6	2.29	4.65	0.0012	
VAR.INTER F1*2	4.67	12	0.39	0.79	0.6575	
VAR.RESIDUELLE1	19.68	40	0.49			

Tableau n°6 : L'analyse de la variance du poids du tubercule

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V
VAR.FACT1	28586.28	2	14293.14	10.93	0.0002	
VAR.FACT 2	101285.05	6	16880.84	12.91	0.0000	
VAR.INTER F1*2	30839.16	12	2569.93	1.97	0.0547	
VARRESIDUELL1	52290.36	40	1307.26			15.2 %

Tableau n°7 : L'analyse de la variance de la longueur du tubercule

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBAB	C.V
VAR.FACT 1	15.43	2	7.72	17.08	0.0000	
VAR.FACT 2	30.71	6	5.12	11.33	0.0000	
VAR.INTER F1*2	21.76	12	1.81	4.01	0.0005	
VAR.RESIDUELLE1	18.08	40	0.45			5.7%

Tableau n°8 : L'analyse de la variance du diamètre du tubercule

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V
VAR.FACT 1	4.31	2	2.16	16.98	0.0000	
VAR.FACT2	5.37	6	0.89	7.05	0.0000	
VAR.INTER F1*2	1.42	12	0.12	0.93	0.5285	
VAR.RESIDUELLE1	5.08	40	0.13			5.5%

Tableau n°9 : L'analyse de la variance du rendement par plant

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V
VAR.FACT1	3.84	2	1.92	32.58	0.0000	21.7%
VAR.FACT 2	4.31	6	0.72	12.18	0.0000	
VAR.INTER F1*2	1.44	12	0.12	2.03	0.0463	
VAR.RESIDUELLE 1	2.36	40	0.06			

Tableau n°10 : L'analyse de la variance du rendement total

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V.
VAR.FACT 1	515877,13	2	257938,56	31.43	0.0000	30.0%
VAR.FACT2	381042	6	63507,07	7.74	0.0000	
VAR.INTER F1*2	156172,19	12	13014,35	1.90	0.0635	
VAR.RESIDUELLE1	328236,88	40	8205.92			

Tableau n°11 : L'analyse de la variance du teneur des feuilles en chlorophylle

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V.
VAR.FACT 1	105.09	2	52.55	18634.72	0.0000	0.2%
VAR.FACT 2	2277.18	6	379.53	134593.34	0.0000	
VAR.INTER F1*2	60.40	12	5.03	1784.85	0.0000	
VAR.RESIDUELLE 1	0.11	40	0.00			

Tableau n°12 : L'analyse de la variance du teneur des feuilles en proline

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V.
VAR.FACT 1	0.11	2	0.06	78480.09	0.0000	0.4%
VAR.FACT 2	0.57	6	0.10	135000.06	0.0000	
VAR.INTER F1*2	0.07	12	0.01	7776.91	0.0000	
VAR.RESIDUELLE 1	0.00	40	0.00			

Tableau n°13 : L'analyse de la variance du teneur des feuilles en protéines

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V.
VAR.FACT 1	5788.46	2	2894.23	4390654.00	0.0000	0.1%
VAR.FACT 2	1826.42	6	304.40	461791.00	0.0000	
VAR.INTER F1*2	550.90	12	45.91	69644.75	0.0000	
VAR.RESIDU ELLE 1	0.03	40	0.00			

Tableau n°14 : L'analyse de la variance du teneur des feuilles en sucres totaux

	S.C.E	DDL	C.M	Test.F	PROBA	C.V.
VAR.FACT1	1.01	2	0.51	5305307.50	0.0000	0.1%
VAR.FACT 2	6.64	6	1.11	11607053.00	0.0000	
VAR.INTER F1*2	0.60	12	0.05	526296.25	0.0000	
VAR.RESIDUELLE 1	0.00	40	0.00			

ANNEXE(IIV)

- **Test de NEWMAN-KEULS - Seuil = 5% a fait ressortir les groupes homogènes**

Tableau n°1: Nombre des feuilles par plant

F1F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOG7NES
3 2	sps-t1	37.33	A
3 7	sps-t6	37.00	A
2 5	ss -t4	36.22	A
2 7	ss -t6	36.11	A
1 3	sts-t2	35.78	A
3 6	sps-t5	35.44	A
1 7	sts-t6	34.45	A
3 4	sps-t3	31.67	A
3 3	sps-t2	31.67	A
3 1	sps-t0	31.33	A
1 6	sts-t5	31.11	A
1 5	sts-t4	29.78	A
2 6	ss -t5	29.56	A
3 5	sps-t4	29.11	A
2 4	ss -t3	28.89	A

1 1	sts-t0	26.33	A
2 3	ss -t2	25.89	A
1 4	sts-t3	25.55	A
1 2	sts-t1	23.11	A
2 1	ss -t0	22.89	A
2 2	ss -t1	22.11	A

Tableau n°2: Longueur du tubercule

F1F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOG7NES
1 6	sts-t5	13.95	A
1 7	sts-t6	13.41	A B
1 5	sts-t4	13.05	A B C
2 7	ss -t6	12.79	A B C D
3 3	sps-t2	12.48	A B C D
3 6	sps-t5	12.33	A B C D E
3 7	sps-t6	12.23	B C D E
3 1	Sps-t0	12.00	B C D E F
3 2	sps-t1	11.93	B C D E F
3 4	sps-t3	11.63	B C D E F G
2 6	ss -t5	11.45	C D E F G
1 4	sts-t3	11.42	C D E F G
1 3	sts-t2	11.42	C D E F G
2 5	ss -t4	11.31	C D E F G
3 5	sps-t4	11.25	C D E F G
1 2	sts-t1	11.14	C D E F G
2 4	ss -t3	11.02	D E F G
2 3	ss -t2	10.50	E F G
1 1	sts-t0	10.47	E F G
2 1	ss -t0	10.21	F G
2 2	ss -t1	9.78	G

Tableau n°3: Rendement par plant

F1F2	LIBEL LES	MOYEN NES	GROUPES HOMOGENES
1 7	sts-t6	2.06	A
1 5	sts-t4	1.80	A B
1 6	sts- t5	1.77	A B
2 7	ss - t6	1.45	B C
1 4	sts- t3	1.31	B C D
1 3	sts- t2	1.31	B C D
3 7	sps- t6	1.23	B C D E
3 6	sps- t5	1.15	C D E F
2 6	ss -t5	1.06	C D E F
3 3	sps- t2	1.05	C D E F
3 4	sps- t3	1.05	C D E F
3 2	sps- t1	0.99	C D E F
1 2	sts- t1	0.99	C D E F
3 1	sps- t0	0.97	C D E F
2 5	ss - t4	0.96	C D E F
3 5	sps- t4	0.93	C D E F
1 1	sts-t0	0.90	C D E F
2 4	ss -t3	0.77	C D E F
2 3	ss -t2	0.72	D E F
2 2	ss -t1	0.56	E F
2 1	ss -t0	0.45	F

Tableau n°4 : Teneur des feuilles en chlorophylle

F1F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1 7	sts-t6	46.02	A
3 7	sps-t6	44.93	B
2 7	ss -t6	43.45	C
1 6	sts-t5	42.70	D
2 6	ss -t5	38.59	E
3 6	sps-t5	37.53	F
1 5	sts-t4	36.10	G
1 3	sts-t2	35.66	H
3 5	sps-t4	35.18	I
2 5	ss -t4	34.77	J
1 4	sts-t3	34.10	K
2 4	ss -t3	33.86	L
1 2	sts-t1	33.46	M
3 4	sps-t3	32.76	N
3 3	sps-t2	32.14	O
2 3	ss -t2	29.98	P
3 2	sps-t1	28.75	Q
2 2	ss -t1	27.93	R
1 1	sts-t0	25.27	S
3 1	sps-t0	24.78	T
2 1	ss -t0	24.07	U

Tableau n°5 : Teneur des feuilles en proline

F1F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMHGENES
1 7	sts-t6	0.46	A
1 6	sts-t5	0.45	B
2 7	ss -t6	0.36	C
2 6	ss -t5	0.28	D
3 7	sps-t6	0.26	E
3 6	sps-t5	0.25	F
1 5	sts-t4	0.23	G
2 5	ss -t4	0.23	H
1 4	sts-t3	0.21	I
3 5	sps-t4	0.21	J
2 4	ss -t3	0.20	K
1 3	sts-t2	0.20	L

1 2	sts-t1	0.19	M
2 3	ss -t2	0.18	N
2 2	ss -t1	0.16	O
3 4	sps-t3	0.16	P
3 3	sps-t2	0.11	Q
2 1	ss -t0	0.08	R
1 1	sts-t0	0.07	S
3 2	sps-t1	0.06	T
3 1	sps-t0	0.05	U

Tableau n°6 : Teneur des feuilles en protéines

F1F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1 7	sts-t6	79.20	A
1 5	sts-t4	77.10	B
1 4	sts-t3	74.50	C
1 3	sts-t2	72.80	D
1 6	sts-t5	71.40	E
1 2	sts-t1	70.90	F
1 1	sts-t0	67.40	G
2 7	ss -t6	63.93	H
3 7	sps-t6	63.90	H
3 6	sps-t5	62.80	I
3 5	sps-t4	62.50	J
2 6	ss -t5	58.20	K
3 4	sps-t3	56.50	L
3 2	sps-t1	54.60	M
3 3	sps-t2	53.60	N
2 5	ss -t4	51.90	O
3 1	sps-t0	51.30	P
2 2	ss -t1	49.50	Q
2 4	ss -t3	47.60	R
2 3	ss -t2	47.10	S
2 1	ss -t0	33.80	T

Tableau n°7 : Teneur des feuilles en sucres

F1F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1 7	sts-t6	1.54	A
1 6	sts-t5	1.53	B
1 5	sts-t4	1.49	C
2 7	ss -t6	1.11	D
2 6	ss -t5	1.09	E
3 7	sps-t6	1.05	F
2 5	ss -t4	1.02	G
3 6	sps-t5	1.00	H
3 5	sps-t4	0.89	I
1 4	sts-t3	0.77	J
2 4	ss -t3	0.70	K
1 3	sts-t2	0.64	L
1 2	sts-t1	0.62	M
2 2	ss -t1	0.61	N
2 3	ss -t2	0.61	O
3 4	sps-t3	0.60	P
3 2	sps-t1	0.56	Q
3 3	sps-t2	0.46	R
1 1	sts-t0	0.44	S
2 1	ss -t0	0.37	T
3 1	sps-t0	0.36	U

Résumé La réponse physiologique et biochimique de la pomme de terre variété «Spunta» à la salinité en présence de fertilisant organique (fumier des volailles).(Cas de Ouargla).

Dans les zones arides, la salinité constitue une contrainte abiotique majeure pour le développement de la pomme de terre, culture stratégique pour notre pays.

Pour mettre en évidence l'effet de la fertilisation organique sur l'amélioration de la production et l'augmentation de niveau de tolérance de cette plante à la contrainte saline, un essai a été installé en plein champ dans la ferme "BABZIZ" (dans de la région de Ouargla située dans le Sud-Est de l'Algérie), visant à comparer l'effet des quatre doses croissantes de fumier de volailles (20, 30,40, 50 t/ha) à un traitement engrais minéral et un témoin sans aucun apport, sur les paramètres croissance végétative et de rendement, ainsi que sur la teneur des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques et ceci, dans trois sites expérimentaux à des niveaux de salinité croissant, il s'agit d'un sol peu salé, sol salé et sol très salé.

Les résultats obtenus ont montré une augmentation significative des paramètres de la croissance végétative et de rendements suite à l'accroissement des doses du fumier de volailles par rapport au traitement avec engrais minéral et un témoin aucun apport de fertilisation. Toute fois, le meilleur rendement a été enregistré par la dose T6 (50t/ha de FV) avec un rendement maximal 445.91qx/ha au niveau du site le plus salé.

Par ailleurs, l'analyse de la variance relative à l'accumulation de la chlorophylle et des solutés organiques a montré que les apports croissants par le fumier de volailles ont augmenté les concentrations des feuilles en chlorophylle et en solutés organiques, ce qui témoigne et confirme la bonne réponse biochimique de la pomme de terre pour mieux résister à la contrainte saline. Les plus fortes teneurs en solutés organiques ont été également obtenues avec la dose (50t /ha) de fumier de volaille et, ceci quelque soit le niveau de la salinité.

Mots clés: Fertilisation organique, Salinité, Pomme de terre, Rendement, Solutés organiques, Ouargla.

Summary physiological and biochemical response of potato variety "Spunta" to salinity in the presence of organic fertilizer (poultry manure). (Case of Ouargla).

Salinity is a major abiotic stress for the development of the potato, strategic culture in our country.

To highlight the effect of organic fertilization on improving production and increasing tolerance of this plant to saline stress, an experiment was installed in the field on the farm "BABZIZ" (in the region of Ouargla located in the South East of Algeria), to compare the effect of four increasing doses of poultry manure (20, 30.40, 50 t / ha) fertilizers to treatment and a control without any input, the parameters of vegetative growth and yield, as well as the content of leaf chlorophyll and organic solutes and this, in three experimental sites at levels of increasing salinity, it is a little salty soil, saline soil and ground very salty.

The results showed a significant increase in parameters of vegetative growth and yield response to increasing doses of poultry manure compared to treatment with mineral fertilizer and a control input of any fertilization. Every time, the best performance was recorded by the dose T6 (50t/ha VF) with a maximum yield at the site 445.91qx/ha the saltiest.

In addition, analysis of variance on the accumulation of chlorophyll and of organic solutes has shown that increasing intake by poultry manure increased the concentrations of leaf chlorophyll and organic solutes, indicating the correct answer and confirms biochemical of potatoes to better withstand salt stress. The highest concentrations of organic solutes were also obtained with the dose (50 t / ha) and poultry manure, this whatever the level of salinity.

Key words: organic fertilization, salinity, potato, yield, organic solutes, Ouargla.

ملخص الاستجابة الفسيولوجية والبيوكيميائية للبطاطا صنف " Spunta " إلى الملوحة في وجود السماد العضوي (سماد الدواجن) (حالة ورقلة)

في المناطق القاحلة، الملوحة هي الإجهاد الأحيوي الرئيسي الذي يعيق تنمية البطاطا من بين المزروعات الإستراتيجية في بلادنا. لتسليط الضوء على تأثير التسميد العضوي في تحسين الإنتاج وزيادة مستوى تحمل هذا النبات للإجهاد الملحي، تم تثبيت تجربة في هذا المجال في مزرعة "BABZIZ" (في منطقة ورقلة التي تقع في جنوب شرق الجزائر)، لمقارنة تأثير أربع جرعات متزايدة من سماد الدواجن (20، 30، 40، 50 طن / هكتار) بعلاج سماد معدني وآخر شاهد دون أي إضافات علي معاملات النمو الخضري والمحصول، وأيضا نسبة الكلوروفيل والمواد المذابة العضوية في الأوراق وذلك في ثلاثة مواقع تجريبية بمستويات ملوحة متزايدة وهي: تربة مالحة قليلا، تربة مالحة وترية مالحة جدا. أظهرت النتائج المتحصل عليها وجود زيادة كبيرة في معاملات النمو الخضري والمحصول استجابة لجرعات متزايدة لسماد الدواجن بالمقارنة مع العلاج بالأسمدة المعدنية وشاهد دون أي إضافات. في كل مرة، سجلت أفضل أداء من قبل T6 الجرعة (50 t/ha VF) مع الغلة القصوى في موقع 445.91 قنطار/هكتار.

بالإضافة إلى ذلك، أظهر تحليل التباين في تراكم الكلوروفيل والمواد العضوية المذابة التي كتبها زيادة كمية سماد الدواجن تؤدي إلى زيادة تركيزات الكلوروفيل نبات والمواد المذابة العضوية، مما يدل على الجواب الصحيح، ويؤكد بيوكيميائية البطاطس لتحمل الإجهاد بشكل أفضل. وتم أيضا الحصول على أعلى تركيزات المواد المذابة العضوية مع جرعة (50 طن / هكتار) وروث الدواجن، مهما كان مستوى الملوحة.

مفتاح الكلمات: التسميد العضوي، الملوحة، البطاطا، الغلة، الحل العضوية، ورقلة.