

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES, DE LA NATURE ET DE LA VIE, DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE



*En Vue De L'obtention Du Diplôme D'Ingénieur d'Etat en Sciences
Agronomiques
Spécialité : Agronomie Saharienne
Option : phytotechnie*

THEME

***Réponses physiologique de la pomme de terre
aux apports organiques dans les sols des
régions arides (Cas de région d'Ouargla)***

Présenté et soutenu publiquement par :

M^r MERAD OUSSAMA

Devant le jury :

Président :	Mr. CHELOUFI .H	M.C.A. Univ. K. M. Ouargla
Promoteur :	M ^{elle} . OUSTANI .M	M.A.A. Univ. K. M. Ouargla
Examineur :	Mr. DADDI BOUHOUN. M.	M.C.B. Univ. K. M. Ouargla
Examineur :	Mr. BELLAROUSSI.M	M.A.A. Univ. K. M. Ouargla
Examineur :	Mr. IDDER. A	M.A.A. Univ. K. M. Ouargla

Année Universitaire: 2011/2012

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu tout puissant de m'a avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail. Au terme de ce travail je tiens à remercier tout d'abord notre promotrice M^{elle} OUSTANI Mabrouka., maitre assistante à l'Université KASDI MERBAH de Ouargla, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour la grande patience, ses encouragements, ses orientations et ses conseils précieux.

Comme nous remercions également :

M.CHELOUFI H. Maitre de conférence à l'Université KASDI MERBAH de Ouargla d'avoir accepter de présider le jury.

Mr. DADDI BOUHOUN M., Maitre de conférence à l'université KASDI MERBAH de Ouargla et Mr. BELLAROUSSI.M., maître assistant à l'université KASDI MERBAH de Ouargla, Mr. IDDER, A., maître assistant à l'université KASDI MERBAH de Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenant également à exprimer nos remerciements :

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

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

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mon père : pour son encouragement

Ma mère : pour sa patience

Les deux êtres les plus chères au monde pour toute leur tendresse et les sacrifices consentis à mon éducation et ma formation et qui n'ont d'égal que le témoignage de la profonde reconnaissance.

*A tous mes chers frères, Zaid, Mohammed et mes chères sœurs,
Soumia, Djihad, Chahla, Aya.*

A toute la famille Merad

*A mes chères collègues et amis sans exceptions de section d'Agronomie
2011/2012.*

*A mes chères amies (D. Oussama, G. Omar, G. Oussama, M. Badi,
L. Abdallah, B. M^{ed} Salah, G. Modjib, B. Ismail, A. Pedro, B. Yassine,
F. Hamza, M. Soumia, B. Wiam.....).*

OUSSAMA

Table des matières

Introduction.....	1
-------------------	---

Partie I : Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Salinité

I.1. Définition la salinité.....	4
I.2. Causes de la salinisation des terres.....	4
I.3. Répartition des sols salés.....	5
I.3.1. Dans le monde.....	5
I.3.2. En Algérie.....	5
I.4. Facteurs intervenant dans le processus de salinisation.....	5
I.5. Principales caractéristiques des sols salsodiques.....	6
I.5.2. pH.....	6
I.5.3. SAR (Sodium adsorption ratio)	6
I.5.4. ESP (exchange sodium pourcentage).....	6
I.6. Effets de la salinité sur le sol.....	7
I.6.1. Effets de la salinité sur les propriétés physiques du sol.....	7
I.6.2. Effets de la salinité sur les propriétés chimiques du sol.....	7
I.6.2.1. pH réaction du sol.....	7
I.6.2.2. ESP (Taux de sodium échangeable)	7
I.6.3. Effets de la salinité sur les processus physiologiques de la plante.....	7
I.6.3.1. Effet sur la germination.....	7
I.6.3.2. Effet sur la croissance et le développement.....	8
I.6.3.3. Effet de la salinité sur le taux des ions.....	8
I.6.4. Mécanismes d'adaptation des plantes à la salinité.....	8
I.6.4.1. Adaptations morphologiques.....	9
I.6.4.2. Adaptations anatomiques.....	9
I.6.4.3. Adaptations physiologiques.....	9

Chapitre II: Fertilisation organique

II.1. Généralités.....	11
II.2. La fertilisation organique.....	11
II.2.1. Définition.....	11
II.2.2. Amendements organiques.....	12
II.2.3. Engrais organiques.....	12
II.3. Phases d'évolution des apports organiques apportées au sol.....	12
II.3.1. Minéralisation primaire (M1)	12
II.3.2. Humification.....	13
II.3.3. Minéralisation secondaire (M 2)	13
II.4. Les formes d'apports exogènes des matières organiques aux sols.....	14

II.4.1. Le fumier.....	14
II.4.2. Le compost.....	14
II.4.3. Les résidus de culture.....	15
II.5. Facteurs influant sur la vitesse et le degré de décomposition des apports organiques.....	15
II.5.1. Rapport C/N.....	15
II.5.2. Teneur en lignine.....	15
II.5.3. Oxygène disponible.....	15
II.5.4. Température.....	16
II.5.5. pH du sol.....	16
II.5.6. Teneur en humidité.....	16
II.6. Actions de la matière organique sur les propriétés du sol.....	16
II.6.1. Effets Sur les propriétés physiques du sol.....	16
II.6.2. Effets sur les propriétés chimiques du sol.....	17
II.6.3. Effets sur les propriétés biologiques du sol.....	17
II.7. Les problèmes environnementaux soulevés par la mauvaise application des fertilisants organiques en agriculture.....	17
II.8. Avantage de la matière organique sur la préservation de la qualité de l'environnement.....	18

Chapitre III: Culture de la pomme de terre

III.1. Généralités sur la pomme de terre.....	19
III.2. Historique.....	19
III.3. Botanique.....	19
III.4. Valeur nutritionnelle.....	20
III.5. Importance économique.....	21
III.5.1 Production mondiale de la pomme de terre, 1991-2007.....	21
III.5.2. Production de la culture de pomme de terre en Algérie.....	22
III.6. Morphologie.....	23
III.6.1. Système aérien.....	23
III.6.2. Système souterrain.....	23
III.6.3. Structure du tubercule.....	23
III.7. Cycle végétatif.....	25
III.7.1. Dormance.....	25
III.7.2. Germination.....	25
III.7.3. Croissance.....	25
III.7.4. Tubérisation.....	25
III.7.5. Maturation.....	26
III.8. Exigences de la pomme de terre.....	28
III.8.1. Exigences climatiques.....	28
III.8.1.1. Température.....	28
III.8.1.2. Lumière.....	28
III.8.1.3. Humidité de sol et l'atmosphère.....	28
III.8.2. Exigences édaphiques.....	28
III.8.2.1. Structure et texture du sol.....	28
III.8.2.2. pH.....	29
III.8.2.3. Salinité.....	29

III.8.2.4. Exigences hydriques.....	29
III.9. Quelques variétés de pomme de terre.....	30
III.10. Maladies de la pomme de terre.....	31

Partie II : Méthodologie du travail

Chapitre IV: Présentation de la région d'étude

I.1. Situation géographique.....	32
I.2. Milieu physique.....	32
I.2.1. Le relief.....	32
I.2.2. Hydrogéologie.....	32
I.3. Le climat.....	34
I.3.1. Les précipitations.....	34
I.3.2. Les températures.....	35
I.3.3. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGOULS (1953) appliqué à la région d'Ouargla.....	36
I.3.4. Les vents.....	38
I.3.5. Humidité relative de l'air.....	38
I.3.6. Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	39

Chapitre V: Matériels et méthodes

II.1. Présentation des sites expérimentaux (Ferme BABZIZ)	41
II.2. Matériel pédologique.....	41
II.2.1. Sol des sites expérimentaux.....	41
II.2.2. Eau d'irrigation de site d'étude.....	41
II.3. Matériel organique (Fumier de volailles)	42
II.4. Matériel végétal.....	42
II.4.1. Choix du matériel végétal.....	42
II.5. Protocole expérimental.....	44
II.6. Conduite de l'essai.....	46
II.6.1. Préparation de sol.....	46
II.6.2. Fertilisation.....	46
II.6.2.1. Epannage de fumier.....	46
II.6.2.2. Types d'engrais utilisés.....	47
II.6.3. Plantation.....	48
II.7. Travaux d'entretien de la culture.....	49
II.7.1. Désherbage.....	49
II.7.2. Buttage.....	49
II.7.3. Traitements phytosanitaires.....	49
II.7.4. Récolte.....	49
II.8. Etude de paramètres de croissance végétative et de rendement.....	50
II.8.1. Paramètres liés à la croissance végétative.....	50

II.8.1.1. Surface foliaire.....	50
II.8.1.2. Nombre de feuilles.....	51
II.8.1.3. Nombre de tiges par plant.....	51
II.8.1.4. Hauteur des tiges.....	51
II.8.2.Paramètres liés au rendement.....	51
II.8.2.1.Nombre de tubercules par plant.....	51
II.8.2.2.Calibre du tubercule.....	51
II.8.2.3.Rendement par plant.....	51
II.8.2.4.Rendement total/ha.....	51
II.9. Etude des paramètres analytiques.....	52
II.9.1.Méthodes de prélèvement du matériel pédologique et du matériel végétale.....	52
II.10. Méthodes d'analyse.....	53
II.10.1. Matériel pédologique.....	53
II.10.1.1.Granulométrie.....	53
II.10.1.2.pH du sol.....	53
II.10.1.3.Conductivité électrique.....	53
II.10.1.4.Calcaire total.....	53
II.10.1.5.Calcaire actif.....	53
II.10.1.6.Dosage du carbone organique.....	54
II.10.1.7.Dosage de l'azote total.....	54
II.10.1.8.Dosage des cations solubles Ca ⁺⁺ , Na ⁺ et K ⁺	54
II.10.1.9.Dosage de Cl ⁻	54
II.10.2. Matériel organique.....	55
II.10.2.1. Dosage de la matière organique.....	55
II.10.2.2.Azote total.....	55
II.10.2.3.Dosage du Ca ⁺⁺ , Na ⁺ et K ⁺	55
II.10.3.Matériel végétal.....	55
II.10.3.1.Dosage des cations Na ⁺ , Ca ⁺⁺ , K ⁺	55

Partie III :Résultats et discussion

CHAPITRE VI : Caractérisation analytique du sol, de l'eau d'irrigation et du fumier utilisé

I.1. Caractérisation (physico-chimique) du sol.....	56
I. 2. Caractérisation analytique de l'eau d'irrigation.....	57
I.3.Caractérisation physico-chimique et biochimique du fumier de volailles.....	58

CHAPITRE VII : Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur les paramètres

de croissance végétative et de rendement en fonction de degré de la salure dans les deux sites expérimentaux

II.1.Effets de fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative.....	59
II.1.1.Surface foliaire.....	59
II.1.2.Nombre de feuilles par plant.....	61
II.1.3.Nombre de tiges par plant.....	63
II.1.4.Hauteur de tiges par plant.....	64
Discussion et conclusion.....	67
II.2.Effets de fumier de volailles sur les paramètres de rendement.....	69
II.2.1.Nombre de tubercules par plant.....	69
II.2.2.Longueur de tubercule par plant.....	71
II.2.3.Diamètre de tubercules par plant.....	73
II.2.4.Rendement par plant.....	75
II.2.5.Rendement total : (qx/ha)	76
Discussion et conclusion.....	79

CHAPITRE VIII : Effet de fumier de volailles sur l'évolution des teneurs en éléments

(Sodium, Potassium, Calcium et Chlore) dans la plante au niveau des deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation)

III.1.Teneurs des feuilles de pomme de terre en éléments Potassium, Sodium, Calcium et Chlore	82
III.1.1.Teneur des feuilles en Sodium.....	82
III.1.2.Teneur des feuilles en Potassium.....	84
III.1.3.Teneur des feuilles en Calcium.....	85
III.1.4.Teneur des feuilles en chlore.....	87
III.2.Teneurs des racines en Calcium, Potassium, Sodium et la chlore.....	89
III.2.1.Teneur des racines en Sodium (stade début tubérisation)	89
III.2.2.Teneur des racines en Potassium.....	90
III.2.3.Teneur des racines en Calcium.....	92
III.1.4.Teneur des racines en Chlore.....	94
Discussion et conclusion.....	95
Conclusion générale.....	98
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 01	Production de la pomme de terre dans la période : 1991-2007	21
Tableau 02	la production de la pomme de terre dans l'Algérie (2011)	22
Tableau 03	Précipitations mensuelles exprimées en (mm) durant l'année 2011	34
Tableau 04	Précipitation mensuelles en (mm) durant l'année (2002 à 2011)	34
Tableau 05	Températures durant année 2011	35
Tableau 06	Températures mensuelles maximales et minimales et leurs moyennes durant les dix dernières années (2002 à 2011)	36
Tableau 07	Vitesse (m/s) moyenne mensuelle durant l'année 2002-2011	38
Tableau 08	Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'Ouargla durant l'année 2011.	38
Tableau 09	Description botanique	43
Tableau 10	Caractéristiques des tubercules	43
Tableau 11	Résistance à quelques maladies	43
Tableau 12	Caractéristiques physico-chimiques du sol du site d'expérimental	56
Tableau 13	Résultats de l'analyse de l'eau d'irrigation (Caractérisation physico-chimique)	57
Tableau 14	Résultats de la caractérisation physico-chimique de fumier de volailles	58
Tableau 15	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur la surface foliaire cm ² par plant	59
Tableau 16	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre de feuilles par plant	61
Tableau 17	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre de tiges par plant	63
Tableau 18	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur la hauteur de tiges par plant	65
Tableau 19	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre de tubercule par plante	69
Tableau 20	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur la longueur de Letubercules par plant	71

Tableau 21	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le diamètre de tubercules par plant	73
Tableau 22	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le rendement par plant (kg/plant)	75
Tableau 23	Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le rendement total /ha	77
Tableau 24	Effet de fumier de volaille sur l'évolution de la teneur en sodium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	82
Tableau 25	Effet de fumier de volaille sur la teneur en potassium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation)	84
Tableau 26	Effet de fumier de volaille sur la teneur des feuilles en Calcium (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	85
Tableau 27	Effet de fumier de volaille sur la teneur des feuilles en chlore (meq/l) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	87
Tableau 28	Effet de fumier de volaille de la teneur des racines en sodium (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	89
Tableau 29	Effet de fumier de volaille sur la teneur des racines en potassium en (ppm), dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	90
Tableau 30	Effet de fumier de volaille sur la teneur des racines en Calcium en (ppm), dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	92
Tableau 31	Effet de fumier de volaille sur la teneur des racines en chlore (meq/l) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	94

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01	Evolution des matières organiques dans sol	14
Figure 02	Valeur nutritionnelle (pour 100 g de pommes de terre)	21
Figure 03	Production et les superficies mondiales de pomme de terre depuis 198	22
Figure 04	Description morphologique de la plante de pomme de terre	24
Figure 05	Cycle végétatif de la pomme de terre	27
Figure 06	Situation géographique de la région d'Ouargla	33
Figure 07	Diagramme Ombrothermique appliquée à la région d'Ouargla 2011	37
Figure 08	Diagramme Ombrothermique appliquée à la région d'Ouargla 2002-2011	37
Figure 09	Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région d'Ouargla (2002-2011).	40
Figure 10	Image satellite de la ferme frère BABZIZ	41
Figure 11	Pomme de terre (variété Spunta)	43
Figure 12	Schéma du dispositif expérimental	45
Figure 13	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur la surface foliaire par plant (cm ²)	60
Figure 14	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre de feuilles par plant	62
Figure 15	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre de tiges par plant	64
Figure 16	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur la hauteur de tiges par plant	66
Figure 17	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre de tubercule par plante	70
Figure 18	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur la longueur de tubercule par plante	72
Figure 19	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le diamètre de tubercule par plante	74
Figure 20	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le rendement par plante (kg/plante)	76
Figure 21	Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur le rendement total (qx/ha)	72

Figure 22	Effet de fumier de volaille sur l'évolution de la teneur en sodium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux	83
Figure 23	Effet de fumier de volailles sur la teneur en potassium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).	85
Figure 24	Effet de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en Calcium (ppm) dans les deux sites expérimentaux	86
Figure 25	Effet de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en Chlore (meq/l) dans les deux sites expérimentaux (Stade début de tubérisation)	88
Figure 26	Effet de fumier de volaille sur la teneur des racines en sodium en (ppm), dans les deux sites expérimentaux	90
Figure 27	Effet de fumier de volaille sur la teneur des racines en potassium en (ppm), dans les deux sites expérimentaux	91
Figure 28	Effet de fumier de volaille sur la teneur des racines en calcium en (ppm), dans les deux sites expérimentaux	93
Figure 29	Effet de fumier de volailles sur la teneur des racines en Chlore (meq/l) dans les deux sites expérimentaux	95

Liste d'abréviations

Abréviation	Signification
C.E	Conductivité Electrique.
ESP	Taux de Sodium Echangeable.
SAR	Sodium Absorption Ration.
CEC	Capacité des Changes Cationiques.
C/N	Carbone/Azote total.
CV	Coefficient de variation.
FAO	Food and Agriculture Organisation.
DTE	Dose total d'engrais
EM	Engrais minérale
FV	Fumier de volailles.
NS	Non Significatif.
S	Significatif.
HS	Hautement Significatif.
INRA	Institut Nationale de la Recherche Agronomique.
ONA	Office National d'Assainissement
AFNOR	Association française de Normalisation
DSA	Direction des services agricoles
O.N.M	Office National de Météorologie d'Ouargla
A.D.E	Algérienne Des Eaux
I.N.C.T	Institut National de Cartographie et de Télédétection

Liste de photos

N°	Titre	Page
Photo 01	Préparation du sol au niveau des sites expérimentaux	46
Photo 02	Préparation de parcelle unitaire a été réalisée manuellement	46
Photo 03	première épandage de fumier	48
Photo 04	deuxième épandage de fumier	48
Photo 05	Plantation	48
Photo 06	Traitement phytosanitaire	49
Photo 07	Récolte.	49
Photo 08	Mesure de surface foliaire.	50
Photo 09	Mesure de hauteur des tubercules.	50
Photo 10	Longueur et diamètre de tubercule	52
Photo 11	Mesure de rendement par plant	52

Introduction

La salinité est une contrainte majeure limitant la productivité agricole sur près de 20% de la superficie cultivée et la moitié de la superficie irriguée dans le monde entier (ZHU, 2001). Selon LEGROS (2009), la salinisation des terres affecte au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente.

Ce stress abiotique a été reconnu depuis des milliers d'années, comme le premier problème limitant la productivité des plantes, plus particulièrement dans les régions arides et semi-arides où il n'y a pas suffisamment de pluie pour lessiver les sels au-delà de la zone racinaire (MILLER et DONAHUE, 1995).

Par ailleurs, les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture en zones arides sont donc influencés non seulement par des facteurs génétiques, mais aussi sous l'intervention des facteurs environnementaux et anthropiques (MONNEVEUX et THIS, 1997).

En conséquence, le comportement des plantes dans ces zones se trouve en permanence sous l'effet de stress de type osmotique (OTTOW *et al.*, 2005; Lindsay *et al.*, 2004; Munns *et al.*, 2006), ionique (MUNNS, 2002; VERA-ESTRELLA *et al.*, 2005), hydrique (CHEVERRY, 1995; TRINCHANT *et al.*, 2004) et salin (BARTELS et SUNKAR, 2005; CHADLI *et al.*, 2007). Il est d'autre part, sous la dépendance de l'irrigation le plus souvent mal contrôlée (BENNACEUR *et al.*, 2001) et de la surfertilisation liée à l'utilisation exagérée des engrais minéraux (MESSEDI et ABDELLY, 2004).

Le bas niveau de fertilité naturelle du sol sous les conditions salines dans les régions arides est d'autant plus renforcé par la faible utilisation de la fertilisation organique dans ces zones, ce qui laisse ces sols produire en dessous de leur pouvoir potentiel.

A la différence des plantes halophytes qui poussent mieux sur un sol salin (CALU, 2006), les glycophytes dont appartient la plupart des plantes cultivées ne supportent pas la présence d'excès de sels.

Les graves conséquences liées aux sels en excès sont à l'origine de la réduction de l'acquisition des nutriments par les plantes notamment celles de type glycophytes HAOUALA et *al.*, 2007 (in BOUZID, 2010).

A ce titre, l'accumulation des ions Na^+ et Cl^- dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{++} et NO_3^- . Beaucoup d'expériences ont démontré que c'est principalement les déficits de ces ions qui semblent le plus préjudiciable aux retards de croissance des plantes soumises à la contrainte HAOUALA et *al.*, 2007 (in BOUZID, 2010).

La salinité est donc considérée parmi les principaux facteurs limitant du rendement de cette plante, plus particulièrement dans les wilayas de Sud où les rendements moyens restent faibles (220 qx/ha) (DSA El Oued, 2006).

L'introduction de cette culture dans le Sud du pays étant basée sur nombreuses expérimentations, mais jusqu'à l'heure actuelle, la maîtrise de cette culture reste insuffisante pour l'optimisation des rendements.

Par ailleurs, plusieurs solutions ont été avancées pour atténuer les risques de la salinité, en tête desquelles se trouve l'application des techniques de lessivage pour l'élimination des sels 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).

Dans ce contexte, la fertilisation organique est considérée parmi les meilleures solutions préconisées pour l'amélioration des rendements de cette culture stratégique, mais très consommatrice en éléments fertilisants.

Cependant, la fertilisation organique de cette culture dans les régions arides doit être raisonnée pour permettre à la plante de croître et de produire de bons rendements (en quantité et en qualité) d'une part, et d'éviter les risques de carence et/ou de toxicité des éléments minéraux liés à l'excès des sels d'autre part (OUSTANI, 2006).

Dans le but d'étudier la réponse de la pomme de terre à la fertilisation organique sous les conditions salines, trois objectifs essentiels ont été fixés par cette étude :

- Etudier l'effet de doses croissantes d'un fertilisant organique riche en éléments nutritifs (fumier de volailles) sur les paramètres de croissance végétative et ceux de rendement, en comparaison avec un témoin sans aucun apport, et à la formule fertilisante habituellement utilisée par les agriculteurs.
- Déterminer la dose organique optimale qui peut être recommandée aux producteurs de la pomme de terre dans les régions arides.
- Evaluer l'effet de l'interaction de la salinité et de la fertilisation organique sur l'état nutritionnel de la pomme de terre.

I.1.Situation géographique

La ville d'Ouargla est située au Sud-Est de l'Algérie, à une distance de 800 km d'Alger. La wilaya d'Ouargla couvre une superficie de 163 000 km². Elle se trouve dans le Nord-Est de la partie septentrional du Sahara (5° 19' longitude Est, 31°57' latitude Nord)(ROUVILLOI-BRIGOL, 1975; DUBOST, 1991).

Selon ROUVILLOIS-BRIGOL (1975), la région d'Ouargla se trouve à une altitude de 157 m. La population d'Ouargla est évaluée à 517 197 habitants répartis à travers 21 communes, elle est limitée :

- Au Nord par les Wilaya de Djelfa et d'El Oued
- A l'Est par la Tunisie
- Au Sud par les Wilaya de Tamanrasset et Illizi
- A l'Ouest par la Wilaya de Ghardaïa

I.2.Milieu physique

I.2.1.Le relief

Le relief est caractérisé par une prédominance de dunes. D'après l'origine et la structure des terrains, trois zones sont distinguées (PASSAGER, 1957) :

- A l'Ouest et au Sud, des terrains calcaires et gréseux.
- A l'Est, la zone est caractérisée par le synclinale de l'Oued Mya.
- A l'Est, le Grand Erg Oriental occupe près de trois quarts de la surface totale de la cuvette.

I.2.2.Hydrogéologie

Au Sahara, il existe deux ensembles aquifères séparés par d'épaisses séries évaporitiques ou argileuses de la base du crétacé supérieur : l'ensemble inférieur appelé le complexe

Intercalaire (CI) ou "Albien", et l'ensemble terminal « CT » ou mio-pliocène (HAMDI-AISSA, 2001).

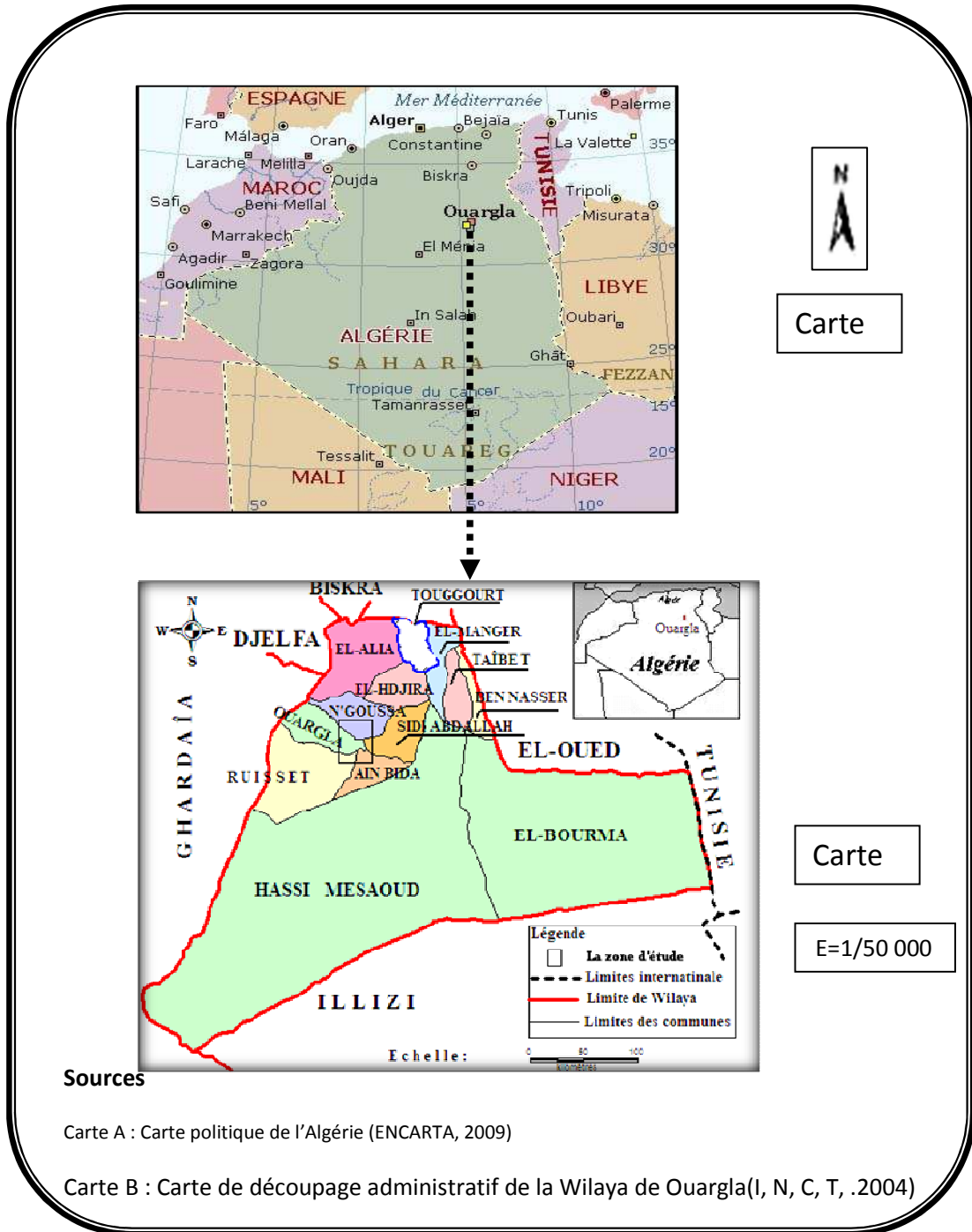


Figure06. Situation géographique de la région d'Ouargla

I.3.Le climat

La région d'Ouargla est située dans une zone saharienne, son climat désertique est caractérisé par une aridité qui s'exprime par une sécheresse permanente, l'irrégularité et la rareté des précipitations.

I.3.1. Les précipitations

Dans la région d'Ouargla, les pluies sont rares et irrégulières d'un mois à un autre et à travers les années. Durant l'année 2011 les pluies tombent essentiellement au printemps et en automne avec un maximum au Mars de 11,1 mm, et un minimum au mois de Septembre de 0,1 mm. Le cumul de précipitations pour l'année 2011 est de l'ordre de 17,9mm, avec une période totalement sèche au mois de Janvier, Février, Mai, Juin, Juillet, Août, Novembre et Décembre (tableau 3).

Tableau 03.Précipitations mensuelles exprimées en (mm) durant l'année 2011.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cumul
P(mm)	0	0	11,1	1,7	0	0	0	0	0,1	5	0	0	17,9

(O.N.M, 2011)

L'examen du Tableau 04 relatif aux précipitations montre que pour la période de 2002- 2011, Janvier est le mois le plus pluvieux avec 7,9 mm, alors que Juillet est le moins pluvieux avec 0,2mm. Le cumul moyen annuel durant cette décennie est de 35,6.

Tableau 04.Précipitations mensuelles en (mm) durant l'année (2002 à 2011).

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cumul
P(mm)	7,9	0,7	5,5	1,3	0,6	0,6	0,2	1,7	3,3	4,8	7,31	1,71	35,6

(O.N.M, 2011)

I.3.2. Les températures

Selon ROUVILLOIS-BRIGOL (1975), les températures d'Ouargla sont nettement plus contrastées que dans les autres oasis sahariennes. Durant l'année 2011, la température moyenne maximale a été enregistrée au mois de Juillet avec 36,6°C. En revanche, la température moyenne minimale a été enregistrée au mois Décembre avec une température de 14,1 °C (Tableau 05).

Tableau 05. Températures durant l'année 2011.

	Mois											
Temperature (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M	21,6	25,4	28,1	31,3	33,6	41,3	43,9	43,6	36,9	30,7	24,9	21,3
m	4,8	9,6	12,9	17,9	18,7	25,3	28,4	28,2	22,8	16,2	9,70	5,2
(M+m)/2	14,1	17,5	20,5	24,6	26,6	33,3	36,6	35,9	29,9	23,45	17,3	13,95

(O.N.M, 2011)

M : Température mensuelle maximale.

m : Température mensuelle minimale.

(M+m) : Température mensuelle moyenne.

Tableau 06.Températures mensuelles maximales et minimales et leurs moyennes durant les dix dernières années (2002 à 2011)

Température (°C)	Mois												Cumul
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
M	19,5	21,2	25,7	29,9	34,7	38,8	43,7	43,3	37,4	32	23,9	19,3	31
M	5,2	7,07	10,9	15,2	19,8	24,8	28,2	27,6	23,5	17,7	10,1	6,1	16
(M+m)/2	12,4	14,1	18,3	22,6	27,3	31,8	35,9	35,4	30,5	24,9	7	12,7	24

(O.N.M, 2011)

Le tableau 5 montre que durant les dernières années (2002-2011), le mois le plus chaud est celui de Juillet avec une température moyenne maximale de 35,9, alors que, le mois le plus froid est celui de Janvier avec une température de 12,4°C.

I.3.3.Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGOULS (1953) appliqué à la région d'Ouargla

Le Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGOULS (1953) appliqué à la région de Ouargla a mis en évidence le prolongement de la période sèche estivale durant les dix dernières années (2002-2011).

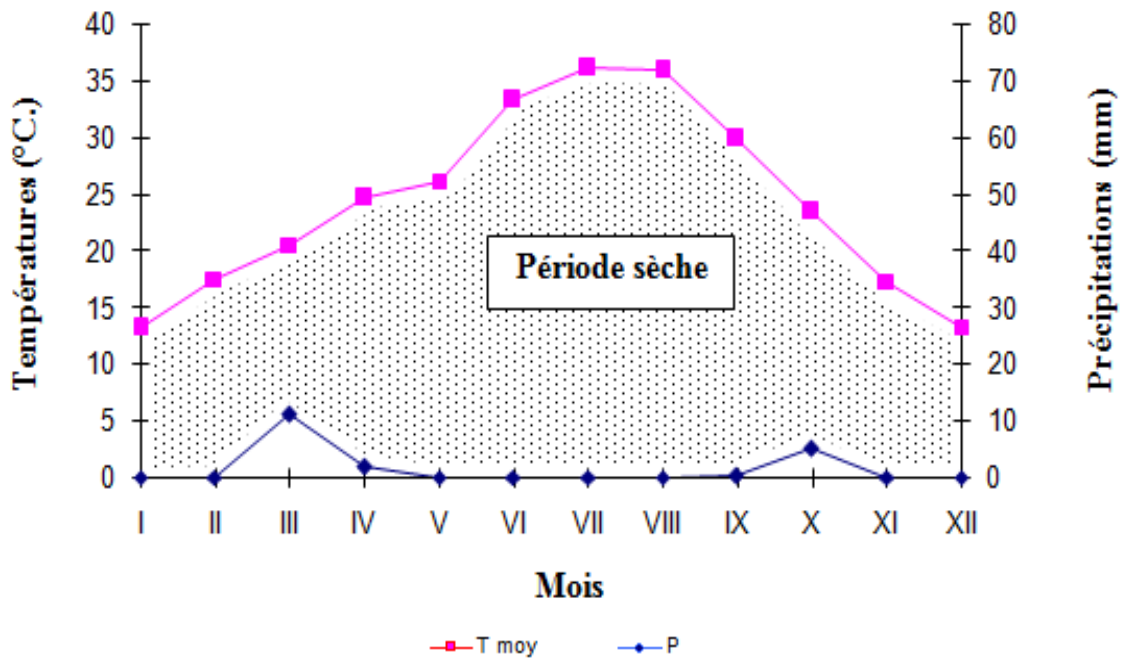


Figure 07. Diagramme Ombrothermique de la région d'Ouargla 2011

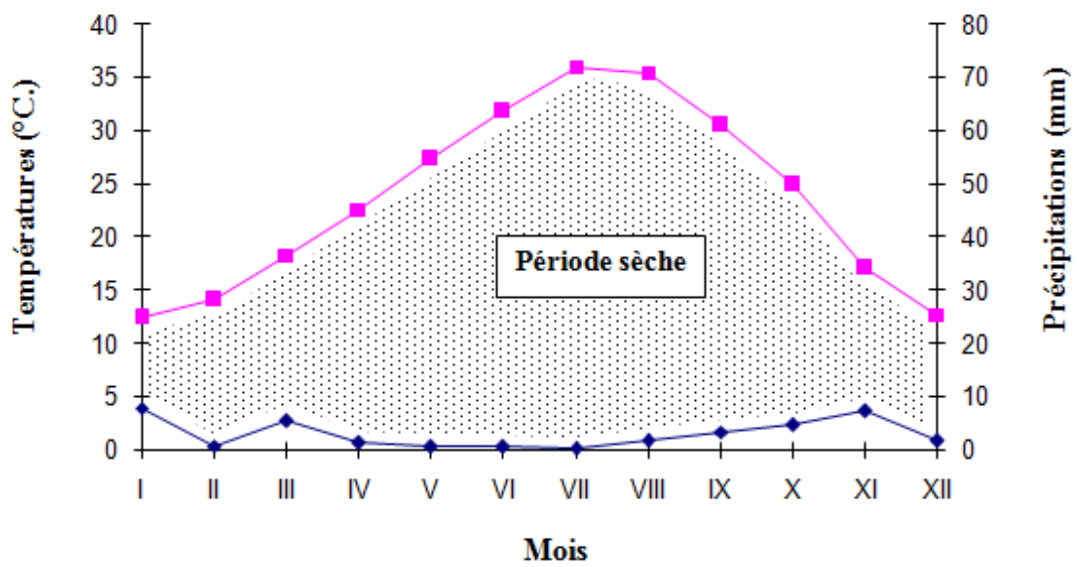


Figure 08. Diagramme Ombrothermique de la région d'Ouargla 2002-2011

I.3.4. Les vents

Les vents dans la région de Ouargla 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. Pour l'année 2011, la vitesse des vents est variable allant de 2,3 m/s en Janvier à 4,9 m/s en Avril (Tableau 07).

Tableau 07. Vitesse (m/s) moyenne mensuelle pour l'année 2011

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cumul
v (m/s)	2,3	3,7	4,8	4,9	4,7	4,8	4,3	4	4,4	2,9	3,3	2,5	3,88

(O.N.M, 2011)

I.3.5. L'humidité relative de l'air

L'humidité dépend de plusieurs facteurs à savoir: la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la température, les vents et de la morphologie de la station considérée (FAURIE et al. 1980). Les taux d'humidité relative pour l'année 2011 sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 08. Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2011.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cumul
*HR. (%)	59	50	50	39	37	34	28	30	32	55	57	69	45

D'après ces données météorologiques, la plus faible humidité relative a été enregistrée au mois de Juillet avec un taux d'humidité de 28%, cependant, le plus faible taux d'humidité a été enregistré au mois Décembre avec un taux d'humidité de 69% (Tableau 08).

I.3.6. Climagramme pluviothermique d'Emberger

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage biochimique qui lui correspond (DAJOZ, 1969). Le quotient pluviothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante (STEWART, 1969):

$$Q_2 = \frac{3,43 * P}{M - m}$$

Q₂: Quotient pluviothermique d'Emberger

M: Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en °C

m: Moyenne des températures minima du mois le plus froid en °C

P: somme des précipitations annuelles en mm

A partir des données climatiques obtenues durant une période s'étalant sur 10 ans (de 2002 jusqu'en 2011); le Q₂ de la région d'étude égale à 3,2. En rapportant cette valeur sur le Climagramme d'Emberger, nous pouvons constater que la région d'Ouargla se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hivers doux (Figure 8).

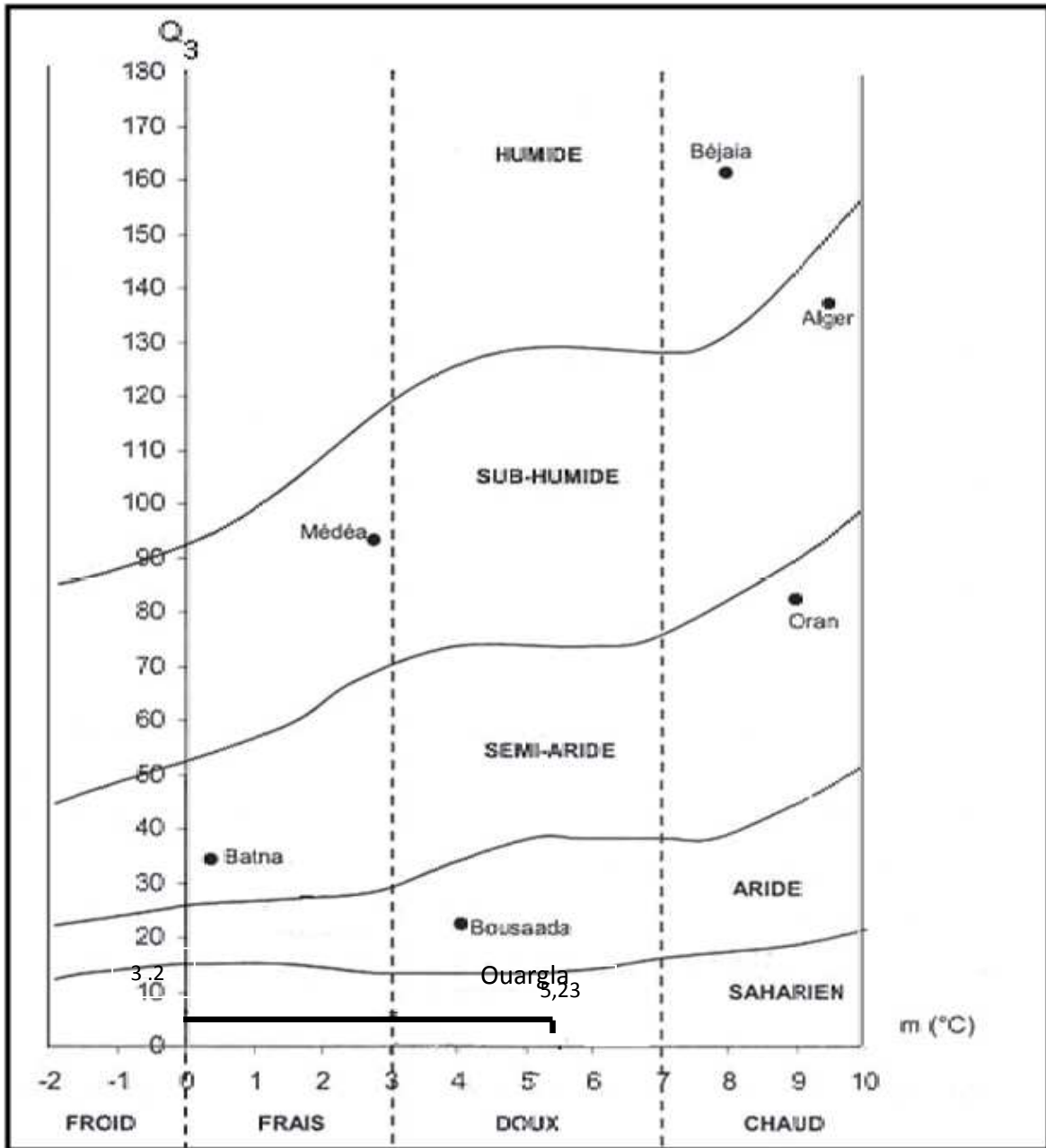


Figure 09. Climogramme pluviothermique d'Emberger de la région d'Ouargla (2002-2011).

I.1.Définition de la salinité

La salinité constitue l'un des facteurs abiotiques le plus répandu au niveau de la planète et qui limite fortement les rendements agricoles (BELDJOUDI, 1999 ; KHALES et BAAZIZ, 2006).

La salinité est par ailleurs, définie par la présence des concentrations excessives de sels solubles dans le sol, ce qui limitent le développement des plantes, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs structures en particulier le sodium (AUBERT, 1983).

Les sols sont considérés salins dès que la conductivité électrique dépasse 4 ds.m-1 à 25°C (Richards, 1954).

I.2.Causes de la salinisation des terres

Les causes de phénomène de salinisation des sols sont multiples. Cependant, le critère d'identification pour chaque mode de salinisation est évidemment son origine. En effet, la connaissance de l'origine de la salure, du dynamisme de cette salure dans le sol et de la nature des composés chimiques qui la constituent, restent nécessaires pour l'amélioration des terrains salés.

D'une manière générale 80% des terres salinisées ont une origine naturelle. On parle alors de **salinisation "primaire"**, due aux sels se formant lors de l'altération des roches ou à des apports naturels externes. 20% des terres salinisées, soit près de 15 millions d'hectares sur le continent Africain, ont une origine « anthropique ». On parle alors de **salinisation "secondaire"**, induite par l'activité humaine, liée aux pratiques agricoles et en particulier à l'irrigation(MASHALI et *al.*, 2005).

I.3. Répartition des sols salés

I.3.1. Dans le monde

La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du globe. Selon des estimations plus récentes, la salinisation des terres affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente (LEGROS, 2009).

La terre irriguée salinisée représente environ 10% de la salinisation due à des actions humaines, près de 50% de terre irriguée salinisée se trouve dans les zones arides. Au Pakistan plus de 25% surface irriguée sont salinisées, Tunisie 25%, USA 23%, Inde près de 17%, China près de 15% en Afrique du Sud près 9% (FAO, 2006).

I.3.2. En Algérie

Selon le HOUEROU (1993), les sols salés occupent de vastes superficies (3.2 millions d'hectares de la superficie totale). Ils sont localisés au Nord qu'au sud ils s'expriment mieux entre les isohyètes 450mm semble être la limite supérieure des sols fortement sodiques (DJILI, 2000).

En Algérie, les sols agricoles sont dans leur majorité affecté par la salinité ou susceptibles de l'être. Ils sont répartis 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, aux bords de certains Chotts comme Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et d'autres (DURAND, 1983).

I.4. Facteurs intervenant dans le processus de salinisation

Selon WYN- JONES et GUNSTON (1991), la salinisation des sols peut être due à :

- En régime, non saturé, la remonté capillaire entraîne un transport des sels par flux de masse vers la surface du sol ou ils s'accumulent après évaporation de l'eau (RAJU et *al.*, 1993).

Dans les mêmes conditions DJILI et DAOUD (1999) ont étudié expérimentalement la remontée capillaire et l'accumulation des sels en surface. Ils suggèrent que cette accumulation dépend de la profondeur de la nappe et de la texture du sol.

D'après CHERBUY (1991), la salinisation d'un milieu implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle, dénommée primaire, et une salinisation anthropique, généralement liée à l'irrigation, que l'on appellera secondaire.

I.5. Principales caractéristiques des sols salsodiques

I.5.1. Conductivité électrique

La salinité est mesurée par la CE de l'extrait de la pâte saturée ou l'extrait diluée du sol. Elle est exprimée en ds/m à 25°C (AUBERT, 1983).

I.5.2. pH

Le pH est indicateur de la réaction du sol, les sols salés présentent des pH basiques (> 7) car les hydroxydes sont plus prépondérants que les hydrogènes.

I.5.3. SAR (Sodium adsorption ratio)

Il représente le taux de sodium adsorbable par rapport aux autres cations (Ca^{++} et Mg^{++}).

La relation entre les trois cations est proposée par le laboratoire de Riverside (RICHARDS, 1954), et s'exprime comme suit :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{++} + Mg^{++})/2}} \quad Na^+, Ca^{++}, Mg^{++} \text{ exprimés en meq/l de la Solution dosée.}$$

I.5.4. ESP (échange sodium pourcentage)

Il s'agit du pourcentage de sodium échangeable sur le complexe d'échange. Il est exprimé par la formule qui suit (RICHARDS, 1954) :

$$ESP = \frac{Na^+}{CEC \times 100} \quad Na^+ : \text{ exprimé en meq/100} \quad CEC : \text{ exprimé en meq/100g}$$

I.6. Effets de la salinité sur les sols

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés pédologiques, notamment la dispersion des colloïdes, la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique (HALITIM *et al.*, 1984; DAOUD, 1993).

I.6.1. Effets 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 à 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).

I.6.2. Effets de la salinité sur les propriétés chimiques du sol

I.6.2.1. 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).

I.6.2.2. 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.6.3. Effets de la salinité sur les processus physiologiques de la plante

I.6.3.1. 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).

I.6.3.2. 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 ABDELLEY, 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.6.3.3. Effet de la salinité sur le taux des ions

L'absorption des hautes concentrations de NaCl engendre une compétition avec l'absorption d'autres ions, spécialement le K^+ , ce qui conduit à une déficience en K^+ . Le traitement accru de NaCl induit une augmentation dans le taux du Na^+ et Cl^- et une diminution dans le taux du Ca^{2+} , K^+ et le Mg^{2+} chez de nombreuses plantes (Khan, 2001 in Haouala *et al.*, 2007).

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation

apoplasmique. L'accumulation des ions Na^+ affecte l'absorption de K^+ et ceci en fonction de la concentration du premier élément. En fait, la présence de Na^+ en faible concentration peut augmenter l'absorption de K^+ , tandis qu'une concentration élevée en Na^+ diminue l'absorption de K^+ LEVITT, 1980 (in HAOUALA et *al.*, 2007).

I.6.4. Mécanismes d'adaptation des plantes à la salinité

I.6.4.1. Adaptations morphologiques

De nombreux chercheurs ont étudié l'écologie, la morphologie et la physiologie de certaines halophytes (LEMME, 1978; HELLER et *al.*, 1998; SAADOUNE, 2005).

La morphologie et la structure de ces dernières sont adaptées dans le sens de l'économie d'eau (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 Na CL.
- Une succulence des feuilles qui deviennent épaisses (HELLER et *al.*, 1998).

I.6.4.2. 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).

I.6.4.3. 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.

Sur la base de leur tolérance au sel, les espèces végétales peuvent être subdivisées en quatre groupes:

- Plantes tolérantes au sel ;
- Plantes modérément tolérant au sel ;
- Plantes modérément sensibles au sel ;
- Plantes sensibles sel (TARCHOUNE *et al.*, 2004)..

II.1. Généralités

La fertilisation est l'ensemble des techniques concernant l'apport de matière destinées à maintenir ou à augmenter la fertilité d'un sol et par conséquent améliorer son pouvoir reproductif. De ce fait, la fertilisation est le procédé qui vise à l'améliorer l'aptitude d'un sol à assurer de façon régulière et répétée, la croissance des cultures et l'obtention des récoltes au moyen d'actions qui modifient les propriétés physicochimiques et biologiques de celui-ci (SOLTNER, 2003).

Par ailleurs la fertilisation est définie comme l'aptitude d'un sol à assurer de façon régulière et répétée, la croissance des cultures et l'obtention de récolte au moyen d'action qui modifient les propriétés physico-chimique et biologique de celui-ci (CERDI, 1992).

D'après FAO (2009), les objectifs finaux de la fertilisation sont d'obtenir le meilleur rendement possible compte tenu des autres facteurs qui y concourent (qualité du sol, climat, apports en eau, potentiel génétique des cultures, moyens d'exploitation), ainsi que la meilleure qualité, et ce au moindre coût.

L'apport de matières fertilisantes représente le moyen essentiel auquel la fertilisation fait appel. Ces éléments peuvent être de deux natures organiques et minérales (SOLTNER, 2003).

Dans cette revue bibliographique on se limite à donner quelques informations sur la fertilisation organique du sol, sur laquelle se base notre travail.

II.2. La fertilisation organique

II.2.1. Définition

L'expression fertilisation organique, employée généralement pour les engrais organiques est synonyme de fumier organique, elle permet d'insister sur le double rôle de l'apport organique en agriculture : effet amendement et effet engrais.

II.2.2. Amendements organiques

Il s'agit de matière fertilisante composée principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale fermentées ou fermentescibles destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de la matière organique du sol sans qu'il soit forcément question d'augmenter ses réserves en éléments nutritifs.

Les amendements améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols (SOLTNER, 2003).

II.2.3. Engrais organiques

Ce sont des produits qui apportent du carbone organique et des éléments minéraux pour les plantes. Parmi ces éléments on distingue les éléments majeurs (absorbés en grande quantité, tels que l'azote, le phosphore, le soufre, le potassium, le calcium et le magnésium), les oligoéléments (nécessaires à faible dose, tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc, le bore, le molybdène et le vanadium) et les éléments utiles à certaines espèces végétales (le cobalt, le sodium, le chlore et la silice)(MUSTIN, 1987).

Etant donné, que l'absorption des éléments nutritifs par la plante se fait quasi exclusivement sous la forme minérale (nitrate et ammonium pour l'azote, phosphate pour le phosphore, sulfate pour le soufre,...); un fertilisant organique apporté au sol ne peut remplir donc sa fonction alimentaire qu'après d'être minéralisé (par un processus de biodégradation microbienne). Ceci nous amène à étudier les différentes phases de l'évolution de matière organique dans le sol.

II.3. Phases d'évolution des apports organiques apportés au sol

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.

II.3.1. Minéralisation primaire (M1)

C'est la biodégradation de la matière organique fraîche (M.O.F), en particulier les composants peu résistants comme les glucides, les protéines et les acides aminés, ainsi que

les lipides et les acides nucléiques. Si elle est totale, les produits de la transformation sont des cations, des anions et des molécules simples.

II.3.2. Humification

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

- Humification par héritage (H_1), qui donne l'humine résiduelle ou héritée.
- Humification par polycondensation (H_2), qui fournit l'humine d'insolubilisations.
- Humification par néo synthèse bactérienne (H_3), qui fournit l'humine microbienne (Figure1).

L'ensemble de ces trois humines (résiduelle, d'insolubilisations et néo synthèse bactérienne) forme la partie la plus insoluble et la plus stable de l'humus qui l'humine (GOBAT et *al.*, 1998).

II.3.3. Minéralisation secondaire (M 2)

C'est la phase la plus lente (1 à 3 %) de la matière humifiée par ans 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 (Figure01) (GOBAT et *al.*, 1998).

On désigne le coefficient de minéralisation « K_2 » qui dépend de la nature du sol, c'est-à-dire de son pouvoir minéralisateur. A ce sujet REMY et MARTIN (in OUSTANI, 1994) citent quelques valeurs du coefficient de minéralisation « K_2 » :

- Sableux neutre ----- 0.020
- Sableux acide ----- 0.010
- Sableux calcaire ---- 0.017

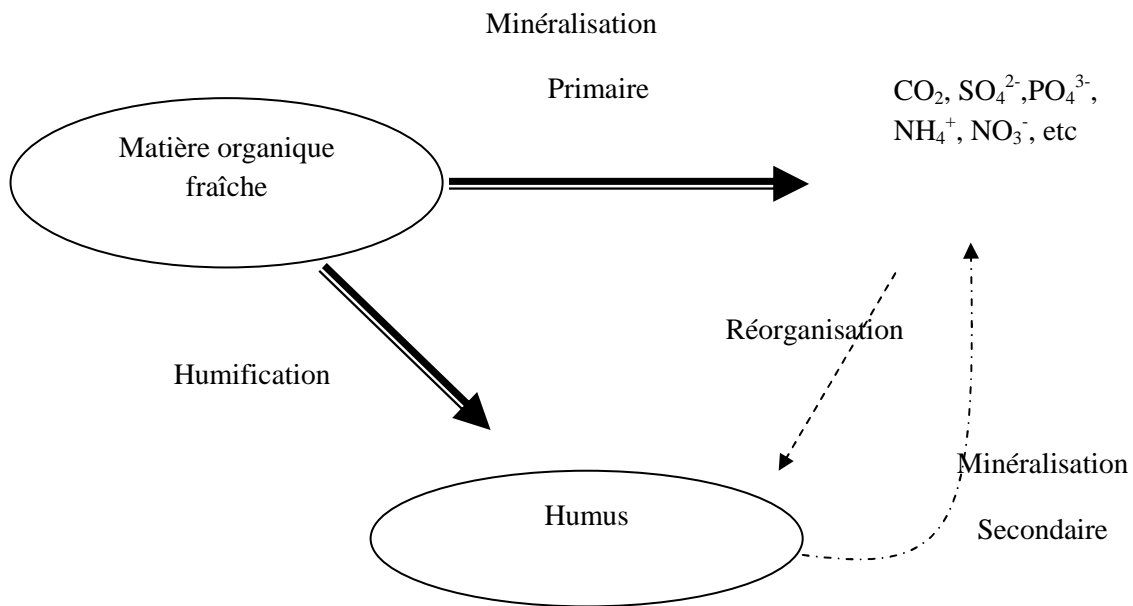


Figure 01. Evolution des matières organiques dans sol (BONIN, 2006)

II.4. Formes d'apports exogènes des matières organiques aux sols

II.4.1. 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 autres éléments nutritifs (ITSMI, 2004).

II.4.2. 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).

II.4.3. 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.5. Facteurs influant sur la vitesse et le degré de décomposition des apports organiques

De nombreux facteurs peuvent influencer la biodégradation des divers substrats organiques appliqués au sol. On peut les classer en facteurs substrat et en facteurs sol.

II.5.1. 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 élevée, 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. Ce rapport est un indicateur fréquemment utilisé dans la pratique pour préciser l'utilisation d'un produit organique MOREL, 1987 (in OUSTANI, 2006).

II.5.2. Teneur en lignine

La vitesse de décomposition du substrat est souvent proportionnelle à leur teneur en lignine. Les substrats qui en contiennent beaucoup se décomposent plus lentement que ceux qui en contiennent peu PELKHODJA et BIDAI 2004 (in OUSTANI, 2006).

II.5.3. Oxygène disponible

Les vitesses maximales de décomposition dépendent d'un apport suffisant d'oxygène moléculaire. Alors qu'un grand nombre de bactéries du sol peuvent croître en milieu anaérobies (quoique moins activement), la plupart des champignons et des actinomycètes ne le peuvent pas. Ainsi, les substrats se décomposent lentement et ne subissent qu'une oxydation incomplète dans les conditions d'anaérobiose. Le pouvoir oxydo-réducteur, étant pour une large partie dépendant des qualités texturales et structurales du sol, ainsi que son état d'humidité MOREL (in OUSTANI, 2006).

II.5.4. Température

Les différents microorganismes 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).

II.5.5. pH du sol

Tandis que les différents types de microorganismes du sol ont chacun son pH optimum de croissance maximale, le pH optimum correspondant à la décomposition rapide de l'ensemble des substrats se situe entre 6.5 et 8.5. MOREL (in OUSTANI, 2006)

II.5.6. Teneur en humidité

Les microorganismes du sol sont diversement influencés par le régime hygrométrique qui peut puissamment agir sur la vitesse et le degré de décomposition des substrats organiques. C'est par exemple, dans les sols à fort potentiel hydriques que se produisent la prolifération et l'activité maximale des bactéries. Les champignons cependant peuvent croître et survivre dans des sols à potentiel hydrique beaucoup plus faible (sols secs), où les bactéries sont moins actives. Dans les sols humides où les bactéries prolifèrent, la croissance fongique est souvent étouffée par la concurrence et l'agressivité plus intense des bactéries (OUSTANI, 2006).

II.6. Actions de la matière organique sur les propriétés du sol

II.6.1. Effets 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 faibles 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 %.

II.6.2. Effets 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).

II.6.3. Effet sur les propriétés biologiques du sol

Les matières organiques assurent l'activité microbiologique 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 quant à la phase de l'humification DAVET et *al.*, (in OUSTANI, 2006).

II.7. Les problèmes environnementaux soulevés par la mauvaise application des fertilisants organiques en agriculture

L'emploi de déchets d'animaux comme engrais ou amendements, présentent moins d'inconvénients par rapport aux boues, mais risque de soulever des problèmes en cas d'application des quantités excessives : Accumulation des éléments toxiques, présence d'agents pathogènes, accumulation des sels, pollution par les nitrates, toxicité des métaux. (OUSTANI, 2006).

Toutefois, un grand nombre de ces problèmes, peut être atténué par un aménagement approprié des fertilisants organiques.

II.8. Avantage de la matière organique sur la préservation de la qualité de l'environnement

Les matières organiques amortissent de façon générale les risques de pollution, elles ont une grande affinité pour les petites molécules métalliques ou organiques toxiques. Elles réduisent leur biodisponibilité et les risques de propagation dans les chaînes trophiques et alimentaires GOSSART (in OUSTANI, 2006).

CHAPITRE II: Effet comparé de différentes doses du fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative et de rendement en fonction de degré de la salure dans les deux sites expérimentaux

II.1.Effets de fumier de volailles sur les paramètres de croissance végétative

II.1.1.Surface foliaire

Les résultats de mesure de la surface foliaire par plant sont présentés dans le tableau 15 et illustrés dans la figure 13.

Tableau 15. Effet des différentes doses de fumier de volailles sur la surface foliaire cm^2 par plant

Niveau de salinité Doses de fumier	Sol très salé	Sol peu salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Sans apport)	74,19	63,86	69,03 c	Effet de Fumier:HS
D (EM+20t/ha de FV)	163,59	91,99	127,79 b	
D30 (t/ha de FV)	159,66	105,97	132,81 b	Effet de Salinité: HS
D40(t/ha de FV)	169,75	105,28	137,51 b	
D50(t/ha de FV)	200,08	134,29	167,18 ab	l'interaction: NS
D60(t/ha de FV)	204,96	149,65	177,31 a	
Moyenne	162,04 a	108,50 b	135,27	

Coefficient de variation(CV) : 19,16 %

L'analyse de la variance a montré un effet hautement significatif des doses du fumier de volailles sur la surface foliaire (cm^2) par plant (Tableau 15). Ce paramètre passe de 69,03 cm^2 par plant obtenue par la dose D0 (sans apport) à 177,31 cm^2 par plant obtenue par la dose D (60 t/ha de FV), soit une augmentation de 61% en faveur de cette dernière dose.

Les autres apports de fumier de volailles enregistrent 127,79 ; 132,81 ; 137,51 et 167,18 cm^2 respectivement pour les doses : D(EM+20 t/h FV) ; D (30t/h FV) ; D (40t/ha FV), et la dose D(50 t/ha FV).

Le test-Newman-Keuls pour le facteur fumier a révélé quatre groupes homogènes :

- Groupe (a) présenté par la dose D(60t/ha FV) ;
- Groupe (ab) présenté la dose D (50t/ha FV) ;
- Groupe (b) regroupe les trois doses: D(EM+20t/ha FV), D(30t/ha FV), D (40t/ha FV)
- Groupe (c) présenté par la dose D0;

Concernant l'effet de la salinité sur la surface foliaire, l'analyse de la variance a montré un effet hautement significatif entre sites (Tableau 15). En fait, la surface foliaire passe de 108,50 cm² obtenue au niveau du site sol peu salé à 162,04 cm² obtenue au niveau du site sol très salé, soit un taux d'augmentation de l'ordre de 33 % en faveur du site très salé.

Le test-Newman-Keuls pour le facteur de salinité a fait ressortir 2 groupes homogènes bien distincts :

- Groupe (a) présenté par le site salé.
- Groupe (b) présenté par le site peu salé.

Alors que, l'effet de l'interaction des deux facteurs (Fumier × Salinité) sur la surface foliaire par plant n'a montré aucun effet significatif.

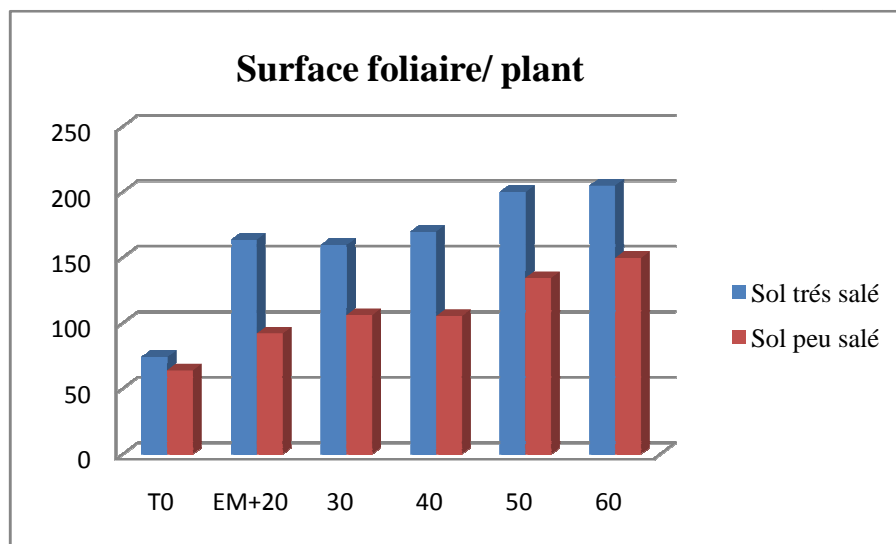


Figure 13. Effet comparé des différentes doses de fumier de volailles sur la surface foliaire par plant (cm²)

II.1.2. Nombre de feuilles par plant

Les résultats de mesure de nombre de feuilles par plant sont présentés dans le tableau 16 et illustrés dans la figure 14.

Tableau 16. Effet des différentes doses de fumier de volailles sur le nombre de feuilles par plant

Niveau de salinité Doses de fumier	Sol très salé	Sol peu salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Sans apport)	37,08	17,67	27,38 d	Effet de Fumier : HS
D (EM+20t/ha de FV)	47,42	27,83	37,63 c	
D30 (t/ha FV)	48,58	28,5	38,54 c	Effet de Salinité : HS
D40(t/ha FV)	55,58	35,17	45,38 b	
D50(t/ha FV)	55,42	35,5	45,46 b	Effet de l'Interaction: HS
D60(t/ha FV)	96,5	46,75	71,63 a	
Moyenne	56,76 a	31,90 b	44,33	

Coefficient de variation (CV) : 10,29%

L'analyse de la variance (Tableau 16) relative au paramètre nombre de feuilles par plant a montré un effet hautement significatif des doses de fumier de volailles sur ce paramètre. Ainsi, le nombre de feuilles passe de 27,38 feuilles par plant dénombrées dans la dose D0 (sans apport) à 71,63 feuilles par plant dénombrées dans la dose D (60 t/ha de FV). Le taux d'augmentation est de l'ordre de 62,2% en faveur de cette dernière dose.

Les autres doses enregistrent 37,63; 38,54; 45,38 et 45,46 feuilles par plant respectivement pour les doses: D (EM+20 t/ha FV); D (30t/ha FV); D (40t/ha FV), et la dose D (50 t/ha FV).

Le test de classement des moyennes (Newman-Keuls) pour le facteur de fumier a fait dégager quatre groupes homogènes :

- Groupe (a) présenté par la dose D (60t/ha FV) ;
- Groupe (b) regroupe les deux doses: D (40t/ha FV) et D(50t/ha FV) ;

II.1. Présentation de station :

Les expériences au cours de cette étude ont été menées en plein champ au niveau de deux sites à des niveaux de salinité différents, retenus dans la ferme de Babziz située dans le secteur Sud-Est de la palmeraie de Hassi Ben Abdallah à 26 km du chef-lieu de la wilaya d'Ouargla. La localisation de ces sites est présentée dans la (figure 09).



Figure 10. Image satellite de la ferme frère BABZIZ (altitude 1,17 km)

II.2. Méthode d'analyse le matériel pédologique

II.2.1. Sol des sites expérimentaux

Pour caractériser le sol de sites d'étude de point de vue pédologique, nous avons effectué les analyses au laboratoire de l'Université de Ouargla et de celui de l'ADE.

II.2.2. Eau d'irrigation de site d'étude

L'analyse de l'eau d'irrigation a été réalisée au laboratoire de l'université d'Ouargla et au niveau de laboratoire de l'INRA et de celui de l'ONA (stations de Touggourt).

II.3. Matériel organique

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 engrais organique à haute valeur fertilisante. D'après Oustani (2006), ce type de fumier contient en moyenne 3 à 4 fois plus d'éléments nutritifs que les autres fumiers, il est donc un excellent moyen pour engraisser les sols à fertilité médiocre tel est le cas du sol de nos sites expérimentaux.

II.4. Matériel végétal

II.4.1. Choix du matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est la pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*), (variété Spunta) (Figure 11).

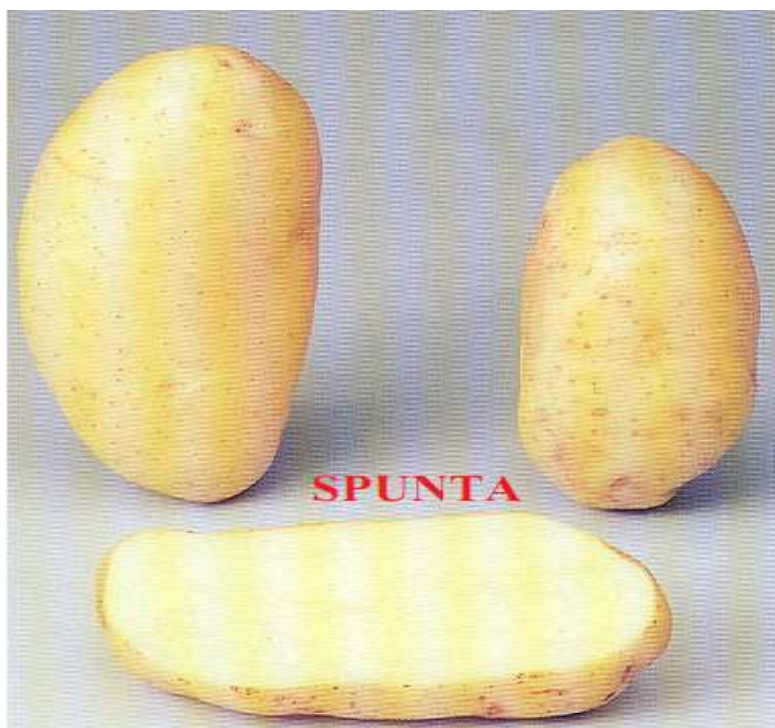


Figure 11. Pomme de terre (variété Spunta)

La variété spunta une variété originaire de Hollande (Pays-Bas) et dont les caractéristiques selon AHDB-POTATO COUNCIL STONELEIGH PARK (2010) sont rassemblées dans les tableaux 9, 10 et 11.

Tableau 09. Description botanique

Maturité	Semi-précoce
Hauteur des plants	Importante
Fréquence des baies	Absentes
Couleur de la fleur	Blanche
Couleur de la base du germe	Bleue

Tableau 10. Caractéristiques des tubercules

Souplesse de la peau	Moyenne
Forme du tubercule	Longue
Profondeur des yeux	Peu profonde
Couleur de la peau	Blanche
Couleur de la chair	Jaune clair

Tableau 11. Résistance à quelques maladies

Résistance aux dommages, organismes nuisibles et Maladies	faible	élevée
Mildiou du feuillage (<i>Phytophthora infestans</i>)	7		
Mildiou des tubercules (<i>Phytophthora infestans</i>)	6			
Gale commune (<i>Streptomyces scabiei</i>)	.	.	3	.	.				
Nématode à kyste de la pomme de terre (<i>Globodera pallida</i> Pa 2/3, 1)	.	2	.	.	.				
Nématode à kyste de la pomme de terre (<i>Globodera rostochiensis</i> Ro1)	.	2	.	.	.				
Virus de l'enroulement	.	.	.	4	.				
Virus Yo	5				
Noircissement	.	.	.	4	.				
Déchirement	.	.	3	.	.				

II.5. Protocole expérimental

Le protocole de l'essai consiste à comparer l'effet de cinq doses croissantes de fumier de volailles sur l'amélioration des paramètres de croissance végétative et ceux de rendement, ainsi que leur effets sur les teneurs du végétal en Potassium, CalciumChlore par rapport à un témoin sans apport, et ceci dans 2 sites à des niveaux de salinité différents. L'expérimentation a été menée en plein champ suivant un dispositif expérimental de type split plot à trois répétitions. Les facteurs de variation pour chaque essai correspondent aux différentes doses de fumier de volailles et au degré la salinité du sol.

Le dispositif expérimental contient trois blocs (3 répétitions) et 6 traitements :

1. Traitement T0: Sans apport (témoin) ;
2. Traitement T2: Dose 20t/ha de fumier de volailles+engrais minéral (N : 100 U/ha ; K₂O : 200U/ha ; P₂O₅ : 150U/ha) ;
3. Traitement T3: Dose 30 t/ha de fumier de volailles;
4. Traitement T4: Dose 40t/ha de fumier de volailles ;
5. Traitement T5: Dose 50t/ha de fumier de volailles ;
6. Traitement T6: Dose 60t/ha de fumier de volailles ;

L'essai représente donc au total 42 parcelles élémentaires. La superficie de chacune d'elles mesure 6 m² (3 x 2), avec les espacements suivants:

- Espacement entre blocs de 1m.
- Espacement entre parcelles élémentaires de 0,5m.
- Espacement entre lignes de 70 cm.
- Espacement entre plants de 40 cm.

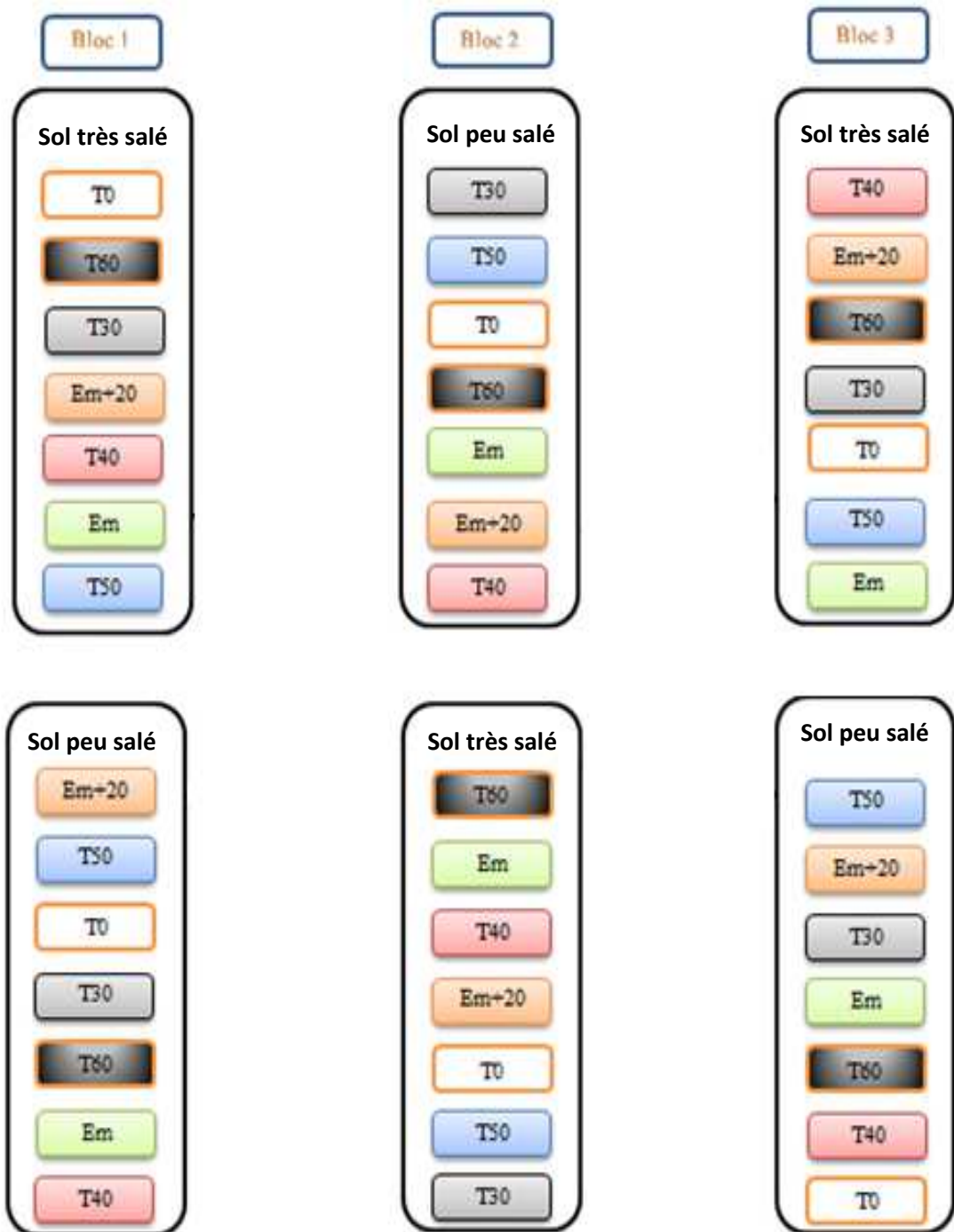


Figure 12. Schéma de dispositif expérimental

II.6. Conduite de l'essai

II.6.1. Préparation de sol

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

- 1) Labour de 25 à 30cm avec charrue à socs
- 2) Epannage des différentes doses du fumier de volailles et de l'engrais minéral
- 3) Nivellement du sol par un rotatoire
- 4) Mise en place des billons



Photo 01. Préparation du sol au niveau des sites expérimentaux



Photo 02. Préparation de parcelle unitaire a été réalisée manuellement

II.6.2.Fertilisation

II.6.2.1.Epandage de fumier

L'épandage des matières fertilisantes a été effectué manuellement. Ainsi, les apports de fumier de volailles et de engrais minéraux ont été fractionnés suivant les stades phénologiques du cycle de développement de la pomme de terre. Le planning cité ci-dessous représente les quantités et les périodes d'application des différents engrais

minéraux et du fumier de volailles au niveau des six traitements adoptés au cours de cette expérimentation :

- **T0 (sans apport)**
- **T (Engrais minéral+20t/ha FV) :** 20 t/ha de FV + 100 U/ha Azote(N),200U /ha Potassium(K₂O), 150U/ha (P₂O₅):
 - Azote(N) : 2/3DTE au stade de croissance végétative et 1/3DTE au stade début tubérisation.
 - Potassium(K₂O) : 1/3 DTE au stade de croissance végétative et 2/3DTE au stade début de tubérisation.
 - Phosphore(P₂O₅) : 2/3DTE stade de croissance végétativeet 1/3DTE au stade début de tubérisation.
- **Quatre doses croissantes de fumier de volailles :30t/ha FV; T40t/ha FV; T50t/ha FV et T60t/ha FV.**

Ces doses en ont été fractionnées en deux apports: 2/3 DEF au moment de la croissance végétative et 1/3 DEF au début de la tubérisation.

II.6.2.2. Types d'engrais utilisés

L'épandage d'engrais a été effectué manuellement. Les engrais utilisés sont les suivants :

1^{er} apport : Dans le 1^{ere}apport nous avons utilisé les engrais suivants :

- **N.P.K (15.30.15) :** Engrais composé.
- **L'urée:** Engrais granulé de couleur blanche, solide, simple, qui dose 46% de matière active. L'épandage a été effectué manuellement.
- **T.S.P :** Engrais granulé à couleur noir, qui dose 46% de matière active.

2^{ème} apport : Dans 2^{ème}apport nous avons les engrais suivants :

- **N.P.K (15.15.30)**
- **L'urée:** 46% de matière active. L'épandage a été effectué aussi manuellement.
- **T.S.P :** Engrais granulé à couleur noir, qui dose 46% de matière active.



Photo 03. Premier épandage de fumier



Photo 04. Deuxième épandage de fumier

II.6.3. Plantation

La plantation a été réalisée manuellement. Elle a été effectuée avec une densité de 04 plants/m². Les écartements sont de : 70 cm entre ranges et 40 cm entre plants, et la profondeur de plantation est de 10 cm.



Photo 05. Plantation

II.7.Travaux d'entretiende la culture

II.7.1.Désherbage

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

II.7.2.Buttage

Le buttage favorise la tubérisation, évite le verdissement des tubercules et facilite leur arrachage. Il limite aussi les risques de contamination des tubercules par mildiou. Au moment de la tubérisation plusieurs buttages ont été réalisés manuellement à chaque fois qu'il y a nécessité.

II.7.3. Traitements phytosanitaires

Les traitements fongicides réalisés en cours de la période de l'essai ont été surtout appliqués contre le mildiou.

II.7.4. Récolte

La récolte a été effectuée manuellement le 03. 06. 2012.



Photo 06. Traitements phytosanitaires

Photo 07. Récolte

III.1. Généralités sur la pomme de terre

La pomme de terre appartient à la famille des Solanacées originaires des pays andins, connue à l'échelle mondiale par sa grande consommation est classée en deuxième position après les céréales. En plus de son importance dans l'alimentation, la pomme de terre est aussi utilisée par voies biotechnologiques dans la production des vaccins contre le diabète et l'hépatite (ARAKAWA *et al.*, 1999).

III.2. Historique

La pomme de terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine (GRISON., 1983).

La pomme de terre est apparue en Europe au cours du dernier trimestre du XVI^{ème} siècle (HARRIS, 1992).

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite une première fois au XVI^{ème} siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région : tomate, poivron, maïs, tabac... puis, elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt.

Dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les colons vont la cultiver pour leur usage, car les algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30/40 qui viendra à bout de cette opposition (MEZIANE, 1991).

III.3. Botanique

La pomme de terre est une plante vivace qui se propage par multiplication végétative et qui est cultivée comme une espèce annuelle (ROUSSELLE *et al.*, 1992). La plante comporte à la fois des tiges aériennes et des tiges souterraines (DARPOUX *et* DEBELLEY, 1967).

➤ Taxonomie

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

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe: Gamopétales

Ordre: Polémoniales

Famille : Solanacées

Genre : Solanum

Espèce : *Solanum tuberosum*

III.4. Valeur nutritionnelle

La pomme de terre est un aliment riche en glucides des aliments consommés dans le monde entier (HARRIS, 1992).

Pommes de terre fraîchement récoltées contiennent environ 80% d'eau et 20% de matière sèche. À propos de 60-80% de la matière sèche est de l'amidon.

Dans de plus, la pomme de terre est faible en gras et riches en micronutriments plusieurs, en particulier la vitamine C. Il est également une bonne source de vitamines B1, B3, B6, acide pantothénique, riboflavine et en minéraux, tels que le potassium, phosphore et de magnésium (FAO, 2008).

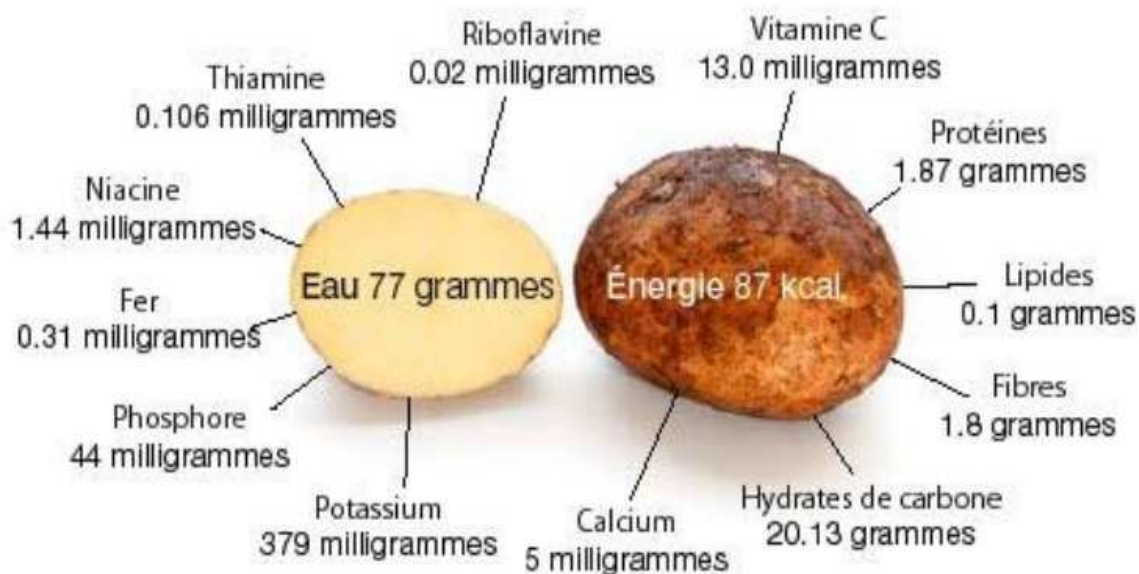


Figure 02. Valeur nutritionnelle (pour 100 g de pommes de terre) (FAO, 2008)

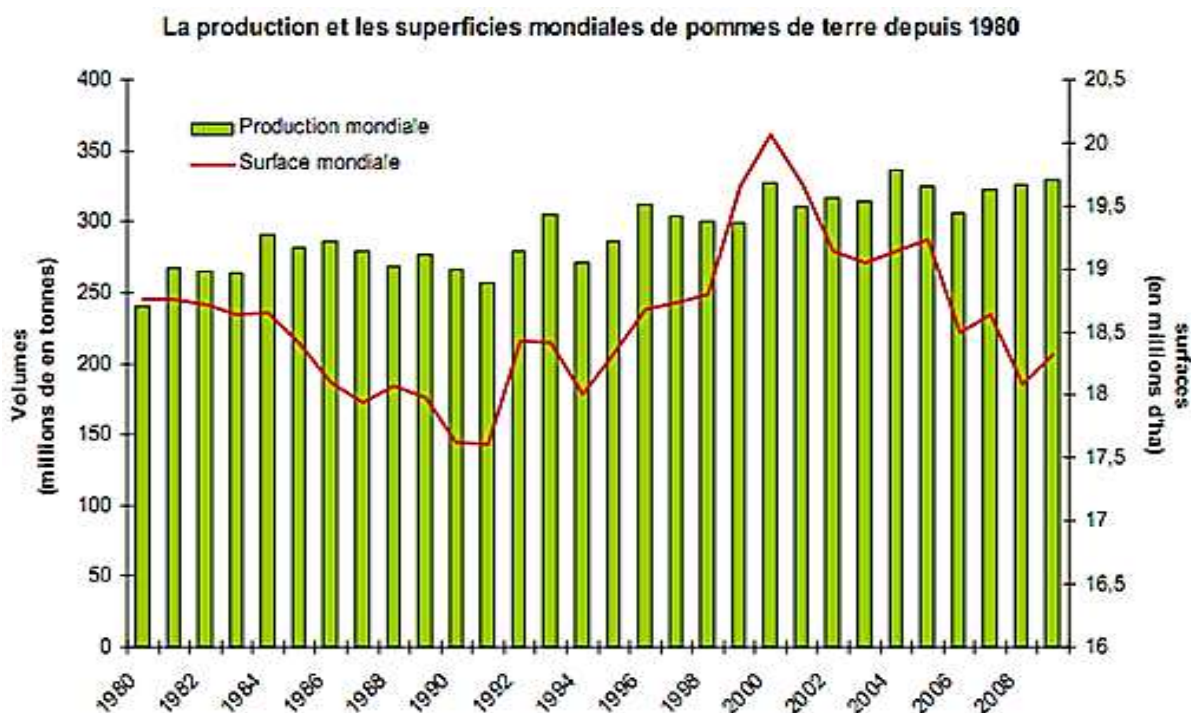
III.5. Importance économique

III.5.1 Production mondiale de la pomme de terre, 1991-2007

Dans le monde de la nutrition, la pomme de terre occupe la quatrième place après le blé, le riz et le maïs (CIP, 1995). Le tableau 01 illustre la production mondiale de la pomme de terre pour la période (1991-2007)

Tableau 01. Production de la pomme de terre au cours de la période : 1991-2007

	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Pays	Millions de tonnes								
Développés	183,13	199,31	177,47	174,63	165,93	166,93	160,97	159,97	159,89
En développement	84,86	101,95	108,50	128,72	135,15	145,92	152,11	160,01	165,41
Total	267,99	301,26	285,97	303,35	301,08	312,85	313,08	319,98	325,30



Source :(FAOSTAT)

Figure 03.La production et les superficies mondiales de la pomme de terre pour la période (1980-2008)

III.5.2. Production de la culture de pomme de terre en Algérie

En Algérie la pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères. Elle représente actuellement 38% de la superficie cultivée en culture maraîchère et de 30% de la production totale.

Tableau 02: Situation de la culture de pomme de terre en Algérie

Surface récoltée (ha)	Production (t)	Rendement (t/ha)
90 000	1 900 000	21.1

(FAO, 2007)

III.6. Morphologie

III.6.1. Système aérien

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées de port plus ou moins dressé et portant des feuilles composées (ROUSSELLE et *al.*, 1992). Les fruits ou baies qu'elles produisent contiennent des graines dont l'intérêt est nul en culture (SOLTNER, 1979).

Les inflorescences sont des cymes axillaires (ROUSSELLE et *al.*, 1992), les fleurs sont autogames, mâles stériles ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (DAPROUX et DEBELLEY, 1967 ; SOLTNER, 1988).

III.6.2. Système souterrain

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (BERNHARDS, 1998).

III.6.3. Structure du tubercule

On peut voir un bourgeon terminal à l'extrémité apicale du tubercule appelé « couronne », à l'autre extrémité qualifiée de « talon », on trouve le point d'attacher du stolon : « L'ombilic ». Régulièrement disposées tout au long du tubercule, des dépressions en coup d'angle sont : « Les yeux », surtout fréquents dans la région de la couronne (BERNHARDS, 1998).

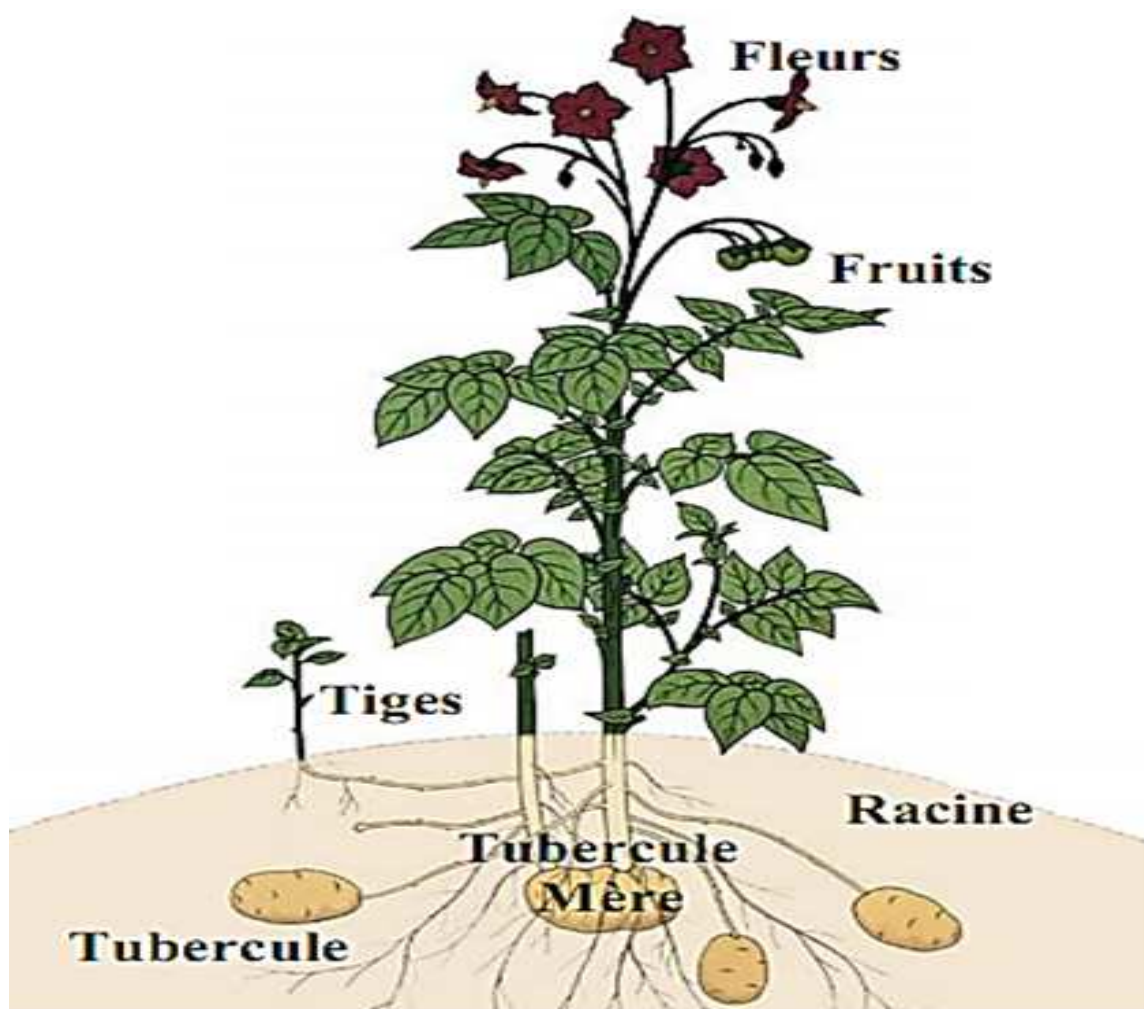


Figure 04.Description morphologique de la plante de pomme de terre

III.7. Cycle végétatif

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative. Cette dernière se déroule en trois étapes :

- La dormance
- La germination
- La tubérisation

III.7.1. Dormance

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, d'éclairage et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température. Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (ANONYME, 2003).

III.7.2. Germination

Au cours du stockage, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas c'est toujours le germe issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons : ce phénomène est la dominance apicale. Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant une perte progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisés (BERNHARDS, 1998).

III.7.3. Croissance

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

III.7.4. Tubérisation

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le

plus fréquent. Ce phénomène de tubérisation commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (BERNHARDS, 1998).

III.7.5. Maturation

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

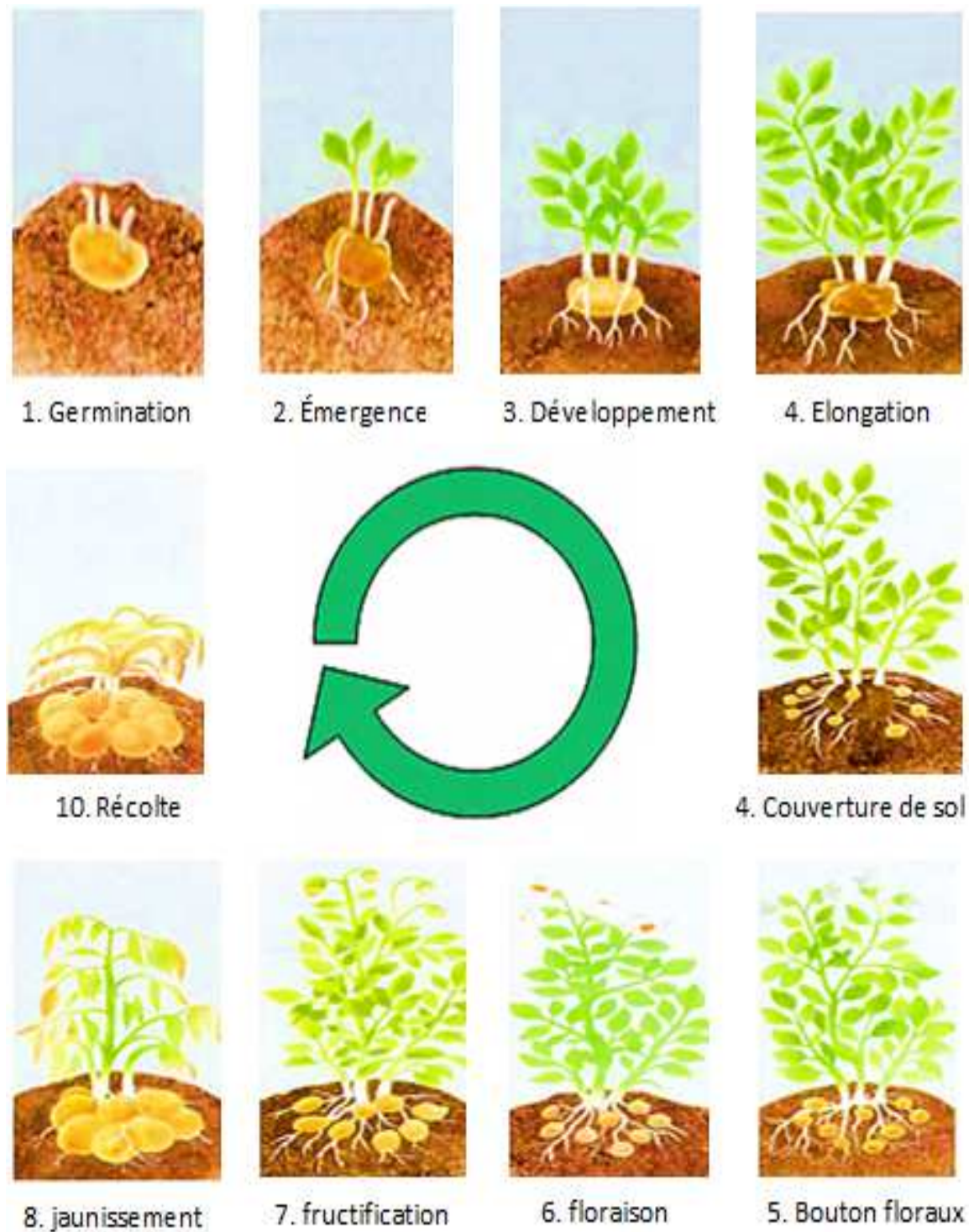


Figure 05.Cycle végétatif de la pomme de terre (RADTKE et RIECKMANN, 1991)

III.8. Exigences de la pomme de terre

III.8.1. Exigences climatiques

III.8.1.1. Température

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 (BAMOUIH, 1999).

III.8.1.2. 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 18h). Une photopériode inférieure à 12 h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures (MOULE, 1972).

III.8.1.3. Humidité de sol et l'atmosphère

La pomme de terre exige une humidité assez abondante, mais surtout régulière, durant le développement des parties aériennes et la floraison. Les besoins en eau sont importants notamment en période de formation et de grossissement de tubercule. L'humidité optimale du sol doit être maintenue à 80 %, il est important de maintenir cette humidité pendant toute la végétation jusqu'à la pleine formation des tubercules (BEKKARI, 1991).

III.8.2. Exigences édaphiques

III.8.2.1. Structure et texture du sol

La pomme de terre est très sensible aux conditions physiques du sol (SMITH, 1977). Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles (THORNTON et SIECZKA, 1980; ABD EL MONAIM, 1999). Le compactage du sol réduit les rendements de la pomme de terre et peut nuire à la qualité (DICKSON *et al.*, 1992; YOUNG *et al.*, 1993).

III.8.2.2. pH

Dans les sols légèrement acides ($5,5 < \text{pH} < 6$), 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).

III.8.2.3.Salinité

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant, un taux de salinité élevée peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement. Le niveau de tolérance de la pomme de terre à la salinité varie de 1,5 à 2 g/l de Na Cl (MAAS, 1986). À la concentration de 3g/l, ce sel diminue de 50 % la croissance de la plante (BOUAZIZ, 1980).

III.8.2.4.Exigences hydriques

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants particulièrement au moment de la croissance foliaire et au moment de tubérisation (BELLABACI et CHERFOUH, 2004).

Les besoins en eau sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules car un stress hydrique se manifestant à ce stade peut entraîner une réduction du nombre d'ébauches formées par plante (BERNHARDS, 1998) et aussi engendrer des tubercules de moins bonne qualité (STARK and WRIGHT, 1985).

III.9. Quelques variétés de pomme de terre

AGRIA : Hollande

Variété de consommation à chair jaune. Très productive apte à l'utilisation en Frites et en chips

CHARLOTTE : France-Belgique

Variété de référence en chair ferme. Productive, légère sensibilité au mildiou du feuillage. De bonne conservation. Bonne aptitude à la cuisson vapeur.

DESIREE : France

Variété de référence de peau rouge. Très rustique, peu sensible à la sécheresse. Rendement régulier et homogène. Utilisation en frites et purée.

DITTA : France-Hollande

Variété récente qui confirme les bons résultats escomptés. Production régulière en calibre homogène. Forme oblongue valorisant la qualité culinaire "chair ferme"

ESCORT : Hollande

Variété reconnue pour sa très faible sensibilité au mildiou du feuillage. Offre une qualité culinaire très proche de Bintje avec un très large spectre d'utilisation.

JUNIOR : Hollande

Variété très hâtive produisant de gros tubercules peu sensibles au mildiou. Rendement important pour une variété hâtive. Peau jaune, chair jaune. Consommation courante.

LINDA : Hollande

Variété 1/2 hâtive à peau jaune et chair jaune, produisant des tubercules oblongs réguliers et de taille moyenne. De bonne qualité culinaire, utilisable en salade et vapeur.

RAJA : Hollande

Variété à peau rouge. Proche de DESIREE mais offrant une meilleure présentation de peau. De qualité culinaire moyenne, elle est utilisée en frites, purée et soupe.

SANTE : Hollande

La variété de référence à peau jaune. Très rustique, peu sensible à la sécheresse. Rendement intéressant en gros calibre. Toutes utilisations.

III.10. Maladies de la pomme de terre

Les maladies de la pomme de terre présentent des aspects divers, allant de la nécrose isolée sur feuille au flétrissement généralisé du système végétatif, de l'altération superficielle à la pourriture destruction des tubercules. Elles sont provoquées par des agents fongiques et bactériens et ravageurs très différents à dissémination aérienne ou tellurique (Annexe II).

CHAPITRE III.Effet de fumier de volailles sur l'évolution des teneurs en éléments (Sodium, Potassium, Calcium et Chlore) dans la plante au niveau des deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation)

Dans cette partie de notre travail, nous avons essayé de déterminer la teneur en potassium, Sodium, Calcium et le chlore dans les feuilles et les racines de pomme de terre au cours d'un stade de la pomme de terre (stade début tubérisation).

III.1.Teneurs des feuilles de pomme de terre en éléments Potassium, Sodium, Calcium et Chlore.

III.1.1.Teneur des feuilles en Sodium

Les résultats de la teneur des feuilles en sodium au stade début tubérisation sont présentés dans le tableau (24) et illustrés dans la figure (22)

Tableau24 : Effet de fumier de volaille sur l'évolution de la teneur en sodium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).

Niveau de salinité Doses de fumier	Sol très salé	Sol peu salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Sans apport)	60,20	41,07	50,63	Effet de fumier : NS
D (EM+20t/ha de FV)	37,70	38,73	38,21	
D30 (t/ha de FV)	33,93	44,95	39,44	Effet de la salinité : NS
D40(t/ha de FV)	37,73	36,87	37,30	
D50(t/ha de FV)	36,67	33,79	35,23	Effet de l'interaction: NS
D60(t/ha de FV)	35,95	29,39	32,67	
Moyenne	40,36	37,47	38,91	

Coefficient de variation(CV) : 26.36 %

La teneur en Sodium des feuilles au stade début tubérisation est influencée d'une façon non significative par l'effet des doses de fumier de volailles. La teneur de cet élément passe

de 32,67 ppm obtenue avec la dose D60(t/ha de FV) à 50,63ppm obtenue avec la dose D0 (sans apport), soit une augmentation de l'ordre 35,47% en faveur du témoin.

De même, l'analyse de la variance a révélé un effet non significatif de la salinité sur la teneur des feuilles en sodium. Celle-ci passe de 37,47 obtenue dans le site (sol peu salé) à 40,36 obtenue dans le site (sol très salé), soit une augmentation de l'ordre 72,1%.

L'effet de l'interaction (Fumier x Salinité) sur la teneur des feuilles en sodium n'a montré aucun effet significatif, cette teneur passe de 29,39 ppm obtenue avec le traitement D0(sans apport) x site (sol peu salé) à 60,20ppm obtenue avec le traitement D0 (sans apport) x site (sol très salé).

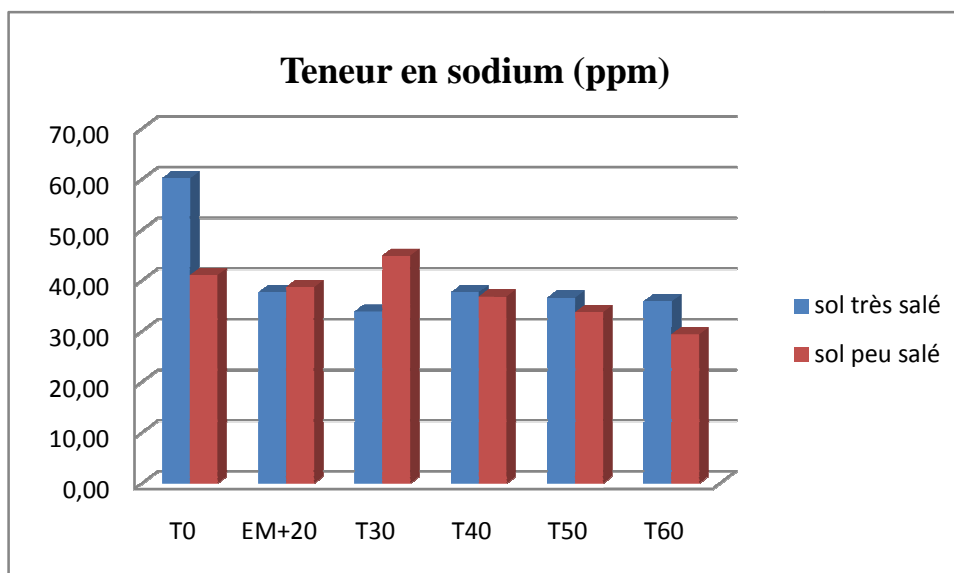


Figure 22. Effet de fumier de volaille sur l'évolution de la teneur en sodium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux

CHAPITRE III.Effet de fumier de volailles sur l'évolution des teneurs en éléments (Sodium, Potassium, Calcium et Chlore) dans la plante au niveau des deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation)

Dans cette partie de notre travail, nous avons essayé de déterminer la teneur en potassium, Sodium, Calcium et le chlore dans les feuilles et les racines de pomme de terre au cours d'un stade de la pomme de terre (stade début tubérisation).

III.1.Teneurs des feuilles de pomme de terre en éléments Potassium, Sodium, Calcium et Chlore.

III.1.1.Teneur des feuilles en Sodium

Les résultats de la teneur des feuilles en sodium au stade début tubérisation sont présentés dans le tableau (24) et illustrés dans la figure (22)

Tableau24 : Effet de fumier de volaille sur l'évolution de la teneur en sodium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).

Niveau de salinité Doses de fumier	Sol très salé	Sol peu salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Sans apport)	60,20	41,07	50,63	Effet de fumier : NS
D (EM+20t/ha de FV)	37,70	38,73	38,21	
D30 (t/ha de FV)	33,93	44,95	39,44	Effet de la salinité : NS
D40(t/ha de FV)	37,73	36,87	37,30	
D50(t/ha de FV)	36,67	33,79	35,23	Effet de l'interaction: NS
D60(t/ha de FV)	35,95	29,39	32,67	
Moyenne	40,36	37,47	38,91	

Coefficient de variation(CV) : 26.36 %

La teneur en Sodium des feuilles au stade début tubérisation est influencée d'une façon non significative par l'effet des doses de fumier de volailles. La teneur de cet élément passe de 32,67 ppm obtenue avec la dose D60(t/ha de FV) à 50,63 ppm obtenue avec la dose D0 (sans apport), soit une augmentation de l'ordre 35,47% en faveur du témoin.

De même, l'analyse de la variance a révélé un effet non significatif de la salinité sur la teneur des feuilles en sodium. Celle-ci passe de 37,47 obtenue dans le site (sol peu salé) à 40,36 obtenue dans le site (sol très salé), soit une augmentation de l'ordre 72,1%.

L'effet de l'interaction (Fumier x Salinité) sur la teneur des feuilles en sodium n'a montré aucun effet significatif, cette teneur passe de 29,39 ppm obtenue avec le traitement D0 (sans apport) x site (sol peu salé) à 60,20 ppm obtenue avec le traitement D0 (sans apport) x site (sol très salé).

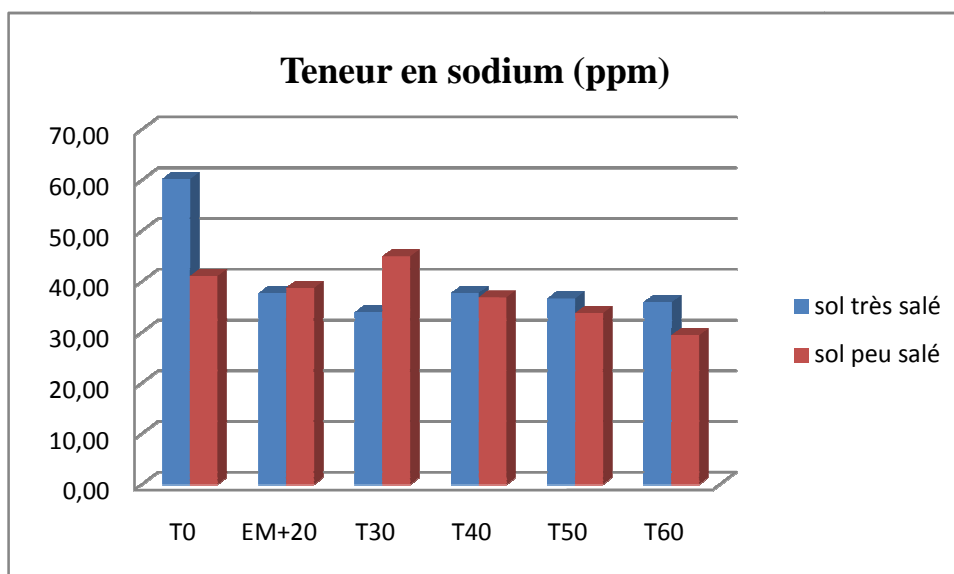


Figure 22. Effet de fumier de volaille sur l'évolution de la teneur en sodium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux

III.1.2. Teneur des feuilles en Potassium

Les résultats de la teneur des feuilles en Potassium au stade début tubérisation sont présentés dans le tableau (25) et illustrés dans la figure (23).

Tableau 25 : Effet de fumier de volailles sur la teneur en potassium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).

Niveau de salinité Doses de fumier	Sol très salé	Sol peu salé	Moyenne	Signification statistique
D0 (Sans apport)	49,18	54,71	51,95	Effet de fumier : NS
D (EM+20t/ha de FV)	61,00	56,67	58,83	
D30 (t/ha FV)	61,99	59,92	60,96	Effet de la salinité : NS
D40(t/ha FV)	70,67	58,00	64,33	
D50(t/ha FV)	74,55	68,00	71,28	Effet de l'interaction: NS
D60(t/ha FV)	88,62	73,67	81,15	
Moyenne	67,67	61,83	64,75	

Coefficient de variation(CV) : 27.78%

L'analyse statistique a montré un effet non significatif des doses fumiers de volailles sur la teneur des feuilles en potassium, ce paramètre varie d'une valeur minimale de 51,95 ppm obtenue avec la dose D0 (témoin) à une valeur maximale 81,15 ppm obtenue avec la dose D60(t/ha FV), soit une augmentation de l'ordre 36%.

En ce qui concerne l'effet de la salinité, nous avons enregistré un effet non significatif de ce facteur sur la teneur en potassium dans les feuilles. Celle-ci passe de 61,83 ppm obtenue dans le site (sol peu salé) à 67,67 ppm obtenue dans le site (sol très salé), soit une augmentation de l'ordre 8,63 %.

Pour ce qui concerne l'interaction (Fumier x Salinité), l'analyse de la variance a montré de même un effet non significatif sur la teneur des feuilles en potassium. Celle-ci passe de 49,18 ppm obtenue avec le traitement dose D0 (sans apport) x site (sol très salé) à 88,62 ppm obtenue avec le traitement D D60 (t/ha FV) x site (sol très salé).

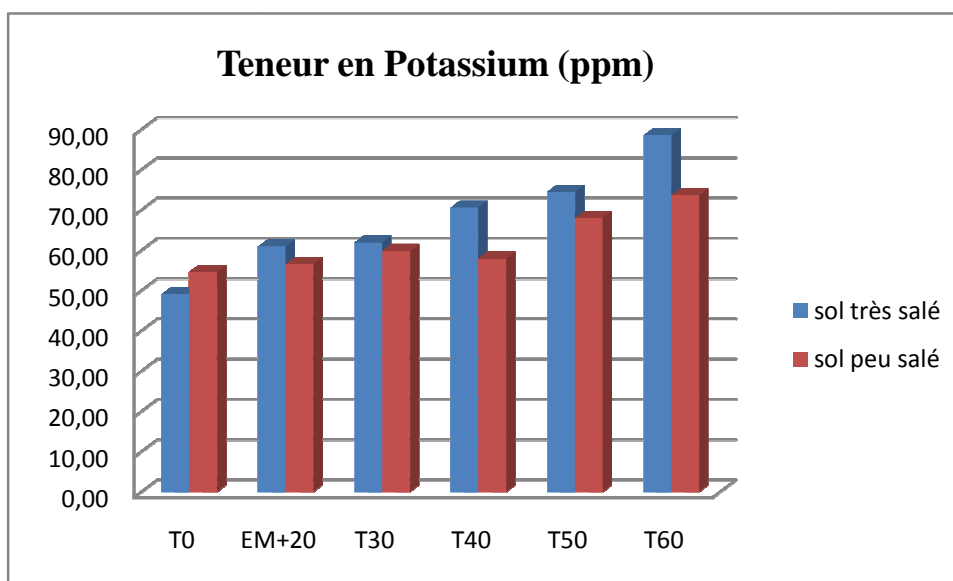


Figure23. Effet de fumier de volailles sur la teneur en potassium, dans les feuilles de pomme de terre (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).

III.1.3.Teneur des feuilles en Calcium

Les résultats de la teneur des feuilles en Calcium au stade début tubérisation sont présentés dans le tableau (26) et illustrés dans la figure (24)

Tableau 26: Effet de fumier de volailles sur la teneur des feuilles en Calcium (ppm) dans les deux sites expérimentaux (stade début de tubérisation).

Niveau de salinité / Doses de fumier	Sol très Salé	Sol peu salé	Moyenne	Signification statistique
	D0 (Sans apport)	34,00	44,00	
D (EM+20t/ha de FV)	49,67	50,00	49,83 b	
D30 (t/ha FV)	65,33	88,67	77,00 a	Effet de salinité : NS
D40(t/ha FV)	87,33	53,67	70,50 a	
D50(t/ha FV)	52,33	75,33	63,83 a	L'effet de l'interaction: HS
D60(t/ha FV)	77,00	65,00	71,00 a	
Moyenne	60,94	62,78	61,86	

Coefficient de variation(CV) : 13.85%

CHAPITRE III

D'après le tableau (26), o
hautement significative av
passe de 39,00ppm obtenue
(t/ha FV). Soit une augmen
l'autre dose.

Le test de classement des n

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

-mark-
/sfnts
33
4546
0
0
-mark-
3
false
false
3865
588
1
1206
0
24
1
1206