



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**OUDAFAL Ahmed**

**OURAMDANE Belkacem**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

**Spécialité: AMÉLIORATION DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES**

**THEME**

**Effet de fumure de fond et de couverture sur les  
paramètres morphologiques de la pomme de terre  
(spunta) dans la région de tizi ouzou.**

Soutenue publiquement le 15/ Juin /2016

**DEVANT LES JURY**

Mr. LABDAOUI Djamel

Président

Univ. Mostaganem

Mr. DEBBA Bachir

Encadreur

Univ. Mostaganem

Mr. ABDERREZAK Larbi

Examineur

Univ. Mostaganem

*Année universitaire : 2015/2016.*



# **REMERCIEMENTS**

*Tout d'abord, nous tenons à remercier "ALLAH" le tout puissant qui nous a donné la force et la patience pour terminer ce présent travail ainsi que nos parents qui nous ont toujours encouragés et soutenu durant toute la durée de nos études.*

*Nous adressons nos profonds remerciements à notre encadreur de mémoire **Mr DEBBA**, pour avoir accepté de nous encadrer, pour ces conseils et ces orientations.*

*Nous voudrions remercier l'ensemble de notre jury de mémoire, qui ont bien voulu examiner ce travail : **Mr ABDERREZAK** et **Mr LABDAOUI** Et Tous les enseignants du département d'Agronomie en particulier **Mr ABBOU** qui a été d'une aide précieuse.*

*Nous adressons nos remerciements encore à tous les employés et responsables de la ferme qui ont toujours été disponibles pour nous donné un grand coup de main et beaucoup d'encouragement (amirouche, youcef et mustafa).*

***Toufik et Ahmed***

## Dédicaces

*À nos parents*

*À nos amis*

*À nos amours*

## **Résumé**

Ce travail a pour but d'étudier l'effet combiné, de la fumure de fond et de couverture sur la culture de pomme de terre (variété Spunta) en trois stades (stade de croissance végétatif, stade de tubérisation et stade de maturation) conduite sous système d'irrigation par aspersion dans la région de Tizi Ouzou.

Les résultats obtenus montrent que l'effet de l'engrais de fond est positif sur les paramètres de mesures de la partie aérienne (nombre de tiges/plante, nombre de feuilles/plante et longueur des tiges). Par contre l'engrais de couverture n'a pas d'influence sur ces paramètres.

Concernant les paramètres de production (la partie souterraine), l'effet a été non significatif. Le meilleur rendement est de 230 qx/ha obtenue avec le traitement complet (matière organique + engrais de fond + engrais de couverture). Suite à nos essais, nous avons constaté que la majorité des paramètres étudiés à savoir la partie aérienne et souterraine sont améliorés par la combinaison des trois apports.

**Mots clés** : fertilisation, pomme de terre, matière organique, engrais de fond, engrais de couverture.

## Sommaire

Introduction générale..... 1

### Partie 01 : Partie bibliographique

#### Chapitre 01 :Généralités sur la pomme de terre

1-Origine .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-Historique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-Les différentes cultures de pomme de terre en Algérie .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-1-culture de saison (janvier-février) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-culture d'arrière saison (juillet - aout) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-3-Culture de primeur (octobre-novembre) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4-Utilisation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5-Valeur nutritionnelle .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6-Production .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6-1-Dans le Mende .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6-2-En Algérie .....	7
7-Consommation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
8-importance économique .....	9

#### Chapitre 02:Etude botanique et biologique

I-Etude botanique .....	10
1-Taxonomie .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-Classification.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-physiologie de la pomme de terre .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-1-Les tiges .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-Feuilles et fleurs .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-3-Fruit et grains .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-4-racines .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-5-Stolons .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-6-Tubercules .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II-Etude biologique .....	15
1-Cycle végétatif de la pomme de terre .....	15
1-1- La phase de dormance .....	15
1-2-Phase de germination .....	15

1-3-Phase de croissance .....	15
1-3-1-Phase de croissance lente .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1-3-2-Phase de croissance active .....	16
1-3-3-Phase de croissance ralentie .....	16
1-4-Phase de tubérisation .....	16
2-Itinéraire technique de la pomme de terre .....	17
2-1-Climat et température .....	17
2-2-La lumière.....	17
2-3-La photopériode .....	17
2-4-Le sol .....	18
2-5-Plantation .....	18
a-Distance de la plantation .....	18
b- Profondeur de la plantation.....	19
2-6-Irrigation.....	19
2-7-Fertilisation .....	19
2-7-1-Fumure organique .....	19
2-7-2-Fumure minérale .....	19
2-8-Désherbage .....	20

### Chapitre 03: Aperçu sur la fertilisation de la pomme de terre

Introduction .....	21
1-Le sol .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1-1-Analyse du sol .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1-1-1-Analyse de caractérisation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1-1-2-Analyse de contrôle .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1-1-3-Analyse de diagnostic .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-Fonction des éléments nutritifs.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-1-Les macroéléments.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-1-1-L'Azote (N) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-1-2-Phosphore (P) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b> 4
2-1-2-Potassium (K).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b> 4
2-2-Les éléments secondaires .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-2-1Le calcium (Ca) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-2-2Le magnésium(Mg) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

2-2-3Le soufre (S) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-3-Les oligo-éléments .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-Les signes de carences .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-1-En éléments de base .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-1-1-Azote (N) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-1-2-Phosphore (P) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-1-3-Le potassium(k) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2- En éléments secondaires et en oligo-éléments .....	<b>Erreur ! Signet non défini.7</b>
3-2-1-Carence en calcium (Ca) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.7</b>
3-2-2-Carence en magnésium (Mg) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.7</b>
3-2-3-Carence en soufre (S) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-4-Carence en fer (Fe) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-5-Carence en manganèse (Mn) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-6-Carence en bore (B) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-7-Carence en molybdène (Mo) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-8-Carence en cuivre (Cu) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3-2-9-Carence en zinc (Zn) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4-Principe de la fertilisation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4-1- La loi des restitutions au sol .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4-2-La loi des rendements moins que proportionnels .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4-3-La loi du minimum .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5- La notion de dose d'engrais .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5-1-Mode d'épandage des engrais .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5-2- Calcul de la dose d'engrais .....	30
6-Exigences de la pomme de terre .....	30

## Partie 02 : Partie expérimentale

### Chapitre 01 : Matériels et méthodes

1-But de l'essai .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2-Présentation du site d'étude .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3- Données climatologique de la wilaya de Tizi Ouzou .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4-Matériels végétales.....	32
4-1 caractéristiques de la variété spunta .....	<b>Erreur ! Signet non défini.2</b>
5-Dispositif expérimental.....	33
6-Description des traitements.....	35

6-1-Matière organique.....	35
6-2- Les engrais de fond.....	35
6-3-Les engrais d'entretien.....	35
7-Précédent culturaux.....	35
8- Conduite de la culture .....	35
9- Les paramètres étudiés.....	37
9-1-Paramètres de croissance.....	38
9-2- Paramètre de production.....	38

#### Chapitre 02 : Resultats et discussions.

1-Résultats.....	39
1-1- Hauteur des tiges.....	39
1-2- Nombre de feuilles par pieds.....	40
1-3- Nombre de tiges par pied.....	41
1-4- Production moyenne.....	41
2-Discussions.....	42

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01 :</b> Apports nutritionnels moyens de la pomme de terre (pour 100 g de pomme de terre cuite à l'eau).....	4
<b>Tableau 02 :</b> Principaux producteurs de pommes de terre, en 2007.....	6
<b>Tableau 03 :</b> Evolution des productions de pomme de terre dans la région de Tiziouzou, 2006-2015.....	7
<b>Tableau 04 :</b> Principaux pays consommateurs de pommes de terre, 2005.....	9
<b>Tableau 05:</b> Données climatologique de Tizi Ouzou (période 2001-2015).....	32
<b>Tableau06:</b> La hauteur des tiges en fonction de type de traitements appliqué.....	39
<b>Tableau 07 :</b> La moyenne de nombre de feuilles par pied.....	40
<b>Tableau 08</b> la moyenne de nombre de tiges par pied.....	41
<b>Tableau 09:</b> le rendement moyen par pied est par traitement.....	42
<b>Tableau 10:</b> résultats des paramètres morphologiques étudié.....	42

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Pourcentage des composantes d'une pomme de terre cuite a l'eau.....	4
<b>Figure 02</b> : Production mondiale de pommes de terre, 1991-2007.....	5
<b>Figure 03</b> : Production de pommes de terre, par région, 2007.....	6
<b>Figure 04</b> : Evolution des productions de pomme de terre en Algérie, 1993-2013.....	7
<b>Figure 05</b> : Consommation de pommes de terre, par région, 2005.....	8
<b>Figure 06</b> : physiologie de la pomme de terre.....	10
<b>Figure07</b> : tiges.....	11
<b>Figure 08</b> : feuille.....	11
<b>Figure 09</b> : fleures.....	12
<b>Figures 10 et 11</b> : graines et fruits.....	12
<b>Figure 12</b> : Racines.....	13
<b>Figures 13 et 14</b> : stolons.....	13
<b>Figure 15</b> : tubercule .....	14
<b>Figure16</b> : Cycle végétatif de la pomme de terre .....	16
<b>Figure 17</b> : les facteurs majeurs pour le développement d'une plante.....	23
<b>Figure 18</b> : localisation de la zone d'étude.....	31
<b>Figure 19</b> : Origine de la semence.....	33
<b>Figure 20</b> : Schéma du dispositif expérimental.....	34
<b>Figure 21</b> : la parcelle expérimentale.....	34
<b>Figure 22</b> : désherbent chimique (TRIBUZIN 70 WP).....	36
<b>Figure 23</b> : fongicide (RIVANABE 80).....	36
<b>Figure 24</b> : Bio stimulant.....	37

<b>Figure 25 :</b> La hauteur des tiges en fonction de type de traitements appliqué.....	39
<b>Figure 26 :</b> La moyenne de nombre de feuilles par pied.....	40
<b>Figure 27 :</b> la moyenne de nombre de tiges par pied.....	41
<b>Figure 28 :</b> production de pomme de terre par traitement.....	42
<b>Figure 29 :</b> Nombre de feuilles par plant et par traitement.....	43
<b>Figure 30 :</b> nombre de tiges par parcelle et par traitement.....	44
<b>Figure 31 :</b> longueur de pied par traitement.....	44
<b>Figure 32:</b> Production moyen par traitement.....	45

**Liste des abréviations :**

JAP : Jours après plantation.

Mo : Matière organique.

Ef : Engrais de fond.

Ec : Engrais de couverture.



# **INTRODUCTION GENERALE**

## Introduction générale

Par ses utilisations diverses, par l'alimentation qu'elle procure aux hommes et aux bêtes, la pomme de terre est aujourd'hui universellement connue. Elle occupe une place prépondérante dans les cultures de nombreux pays, ce qui lui donne le quatrième rang après celle du blé, du maïs et du riz.

La pomme de terre a été pendant longtemps un sujet de recherche, de controverse entre différents savants qui ont pris soin d'observer ses organes de végétation et de reproduction pour finalement la classer dans le genre solanum.

Elle fait partie des grandes espèces alimentaires à l'échelle mondiale et joue donc un rôle de première importance dans l'économie. D'après la **FAO** sa production mondiale ne cesse d'augmenter au fil des années, elle a dépassé les 360 millions de tonnes de tubercules pour une superficie qui dépasse les 20 millions d'hectares en 2008. En terme de productivité, exprimée en calories /ha, la pomme de terre devance de loin les céréales tout en occupant le sol durant une période restreinte.

L'Algérie a presque doublé sa production, passant de 2,2 millions quintaux en 2008 à 3,8 millions de quintaux en 2011. La sole qui lui est réservée est passée de 90 000ha à 128 000ha (le ministère de l'agriculture).

La fertilisation, c'est l'action qui consiste à effectuer des apports d'engrais organiques ou minéraux, nécessaires au bon développement des végétaux. Elle peut donc être réalisée sous forme d'amendements humifères (organique) ou minéraux (chimique).

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



**PARTIE 01 :**  
**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE 01 :**  
**GENERALITES SUR LA POMME**  
**DE TERRE**

## **1-Origine**

La pomme de terre a pour origine les régions du littoral ouest de l'Amérique du sud. Aujourd'hui, on trouve encore une grande variation de forme sauvage dans les zones montagneuse du Pérou, du Chili et de la Bolivie. Citons aussi un centre secondaire d'origine, à savoir le Mexique (AMIROUCHE, 1967).

## **2-Historique**

La pomme de terre existe depuis plus de 8 000 ans d'après les recherches archéologiques. Au XVIème siècle les conquistadors espagnols ont découvert la pomme de terre dans les potages des indigènes, elle fut arrivée en Europe quelques années avant la fin du XVIème siècle et ceci par deux entrées ; la première l'Espagne vers 1570 et la seconde les îles Britanniques (1588-1593). Dès le milieu du XVIIème, elle est connue en Allemagne et de là se propage vers l'Est.

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite vers 1856. Elle n'a connu son véritable développement qu'au début de 20ème siècle. Depuis lors, elle est devenue de plus en plus importante dans toutes les régions d'Algérie (AMIROUCHE, 1967).

## **3-Les différentes cultures de pomme de terre en Algérie**

Nous pouvons dire que la pomme de terre est continuellement plantée en Algérie, durant toute l'année. Afin de bien distinguer ces différentes cultures, nous procéderons par saison de plantation.

### **3-1-Culture de saison (janvier-février)**

Les cultures de saison présentent 65% en surface réservée à la culture de pomme de terre et assure 75% de la production globale. Elles sont très sujettes aux maladies et sont sensibles aux stress hydriques en fin de cycle végétatif. Ce sont des produits de meilleure qualité car ils sont cueillis à maturité (CHEHAT, 2008).

### **3-2-Culture d'arrière saison (juillet - aout)**

C'est une plantation tardive pour objectif de satisfaire les besoins et proposer le produit durant toute l'année. Le producteur doit donc fournir tous les besoins de la culture.

### **3-3-Culture de primeur (octobre-novembre)**

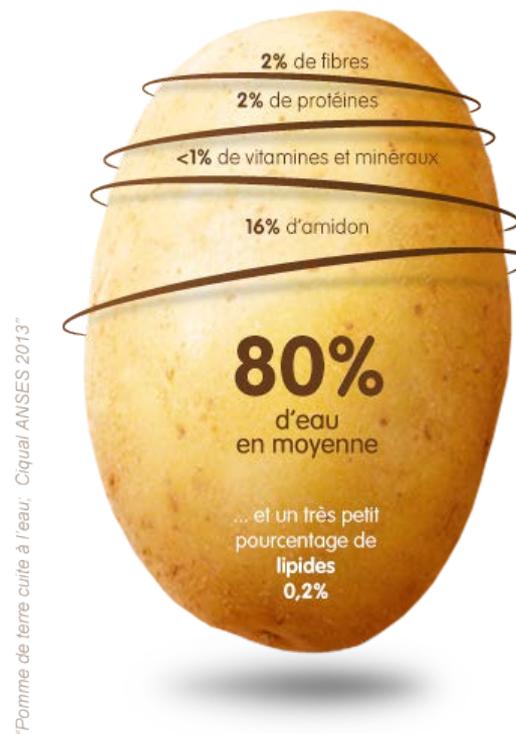
La culture de primeur se caractérise par sa sensibilité aux gelées, sa culture se limite à zones littorales et sublittoral. La plantation se fait en fin septembre début novembre, sur une parcelle exposée au soleil et protégée des vents du nord et de l'Est, pour éviter les gelées matinales. La récolte peut se faire de fin mai au début juin.

## **4-Utilisation**

La pomme de terre peut être utilisée à trois fins différentes : la pomme de terre dite de consommation (alimentation humaine et animale) sous forme de tubercules frais ou transformés, la pomme de terre féculière pour l'extraction de l'amidon, la pomme de terre destinée à la plantation.

## **5-Valeur nutritionnelle**

La pomme de terre est un aliment polyvalent, riche en hydrates de carbone. Fraîchement cueillie, elle contient environ 80% d'eau et 20 % de matière sèche, dont 60 à80% environ d'amidon. La teneur en protéines de la pomme de terre (en poids sec) est semblable à celui des céréales et est très élevée par rapport aux autres racines et tubercules. De plus, la pomme de terre est pauvre en lipides et riche en micronutriments, en particulier en vitamine C. La pomme de terre est une source modérée de fer et sa forte teneur en vitamine C. C'est une bonne source de vitamines B1, B3 et B6 et de sels minéraux comme le potassium, le phosphore et le magnésium, et elle contient aussi les vitamines B9, B5 et B2. Les pommes de terre renferment par ailleurs des antioxydants, utiles dans la prévention des maladies liées au vieillissement, et des fibres alimentaires, Essentielles au métabolisme (**Sylvana Prokop, 2008**).



**Figure 01 :** Pourcentage des composantes d’une pomme de terre cuite à l’eau.

**Tableau 01 :** Apports nutritionnels moyens de la pomme de terre (pour 100 g de pomme de terre cuite à l’eau)

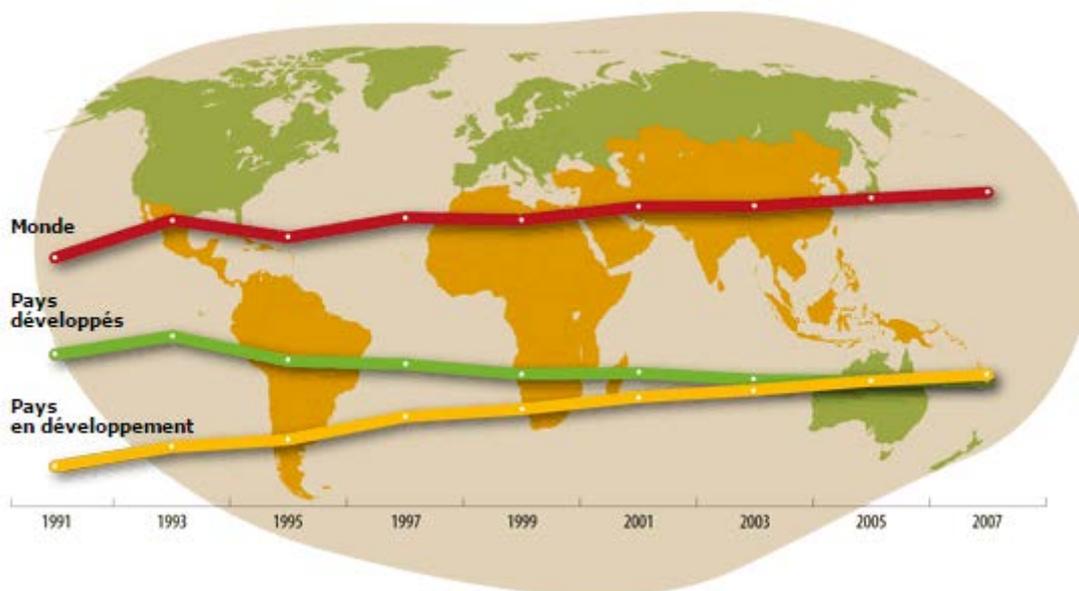
<b>Valeur énergétique</b>	<b>75 KCAL</b>	<b>Minéraux</b>	
Eau	78,9 g	Potassium	279 mg
Glucides	15,8 g	Magnésium	17,3 mg
Protides	2 g	Phosphore	37,2 mg
Lipides	0,2 g	Fer	0,25 mg
<b>Vitamines</b>		<b>Fibres</b>	<b>2 g</b>
Vitamine C	8 mg		
Vitamine B3	1,73 mg	Source :	
Vitamine B5	0,57 mg	Ciqual Anses 2013	
Vitamine B6	0,27 mg		
Vitamine B9	13 µg		

## 6-Production

### 6-1-Dans le Monde

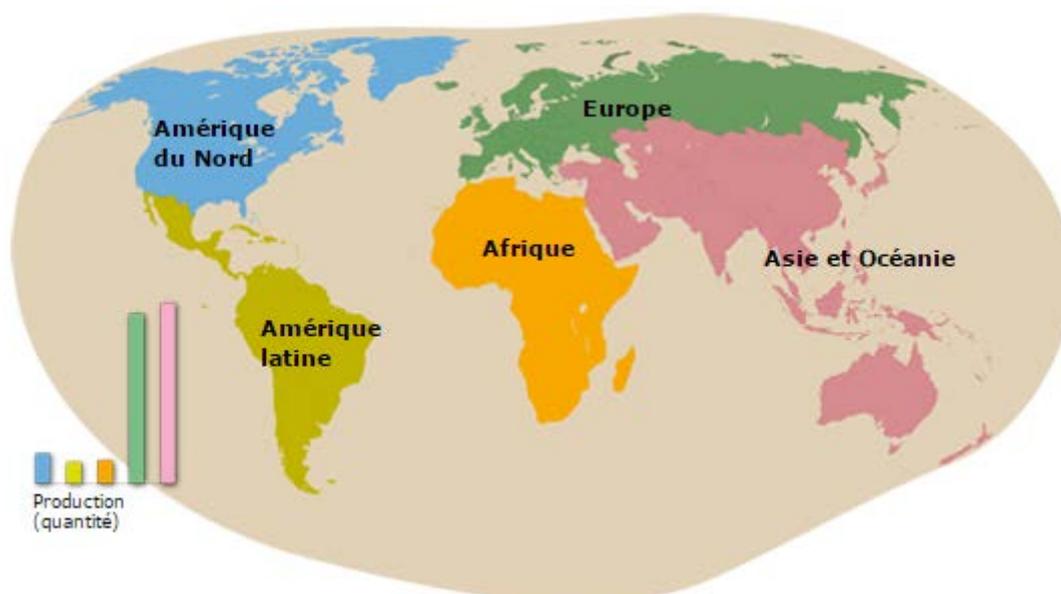
Depuis les années 1990, la production de pommes de terre dans les pays en développement a amorcé une nouvelle phase de croissance. Inférieure à 30 millions de tonnes au début des années 60, elle dépasse 100 millions de tonnes au milieu de cette décennie. Au cours de ces dix dernières années, la production de pommes de terre a augmenté selon un taux annuel moyen de 4.5 %, et la surface cultivée de 2.4 %. Non seulement la production de pommes de terre continue à croître, mais également les taux de croissance de la surface cultivée et de la production.

La production mondiale de pommes de terre en 2007 a été de 325,30 millions de tonnes, selon la FAO. La Chine en a produit 72 millions de tonnes soit 24% du total mondial, suivie par l'Inde (11%°, la Russie (9%), l'Ukraine (6%) et les USA (5%).



**Figure 02** : Production mondiale de pommes de terre, 1991-2007.

En 2007, 19 millions d'hectares de pommes de terre étaient cultivés dans le monde, aussi bien dans les zones tempérées que tropicales ou arides. La Chine est le premier producteur de pommes de terre devant l'Inde et la Russie. A eux trois, ces pays représentent 40% du marché mondial. En 20 ans, la part des pays en développement est passée de 20 à 50% pour représenter 52% de la production mondiale en 2005 (FAOSTAT).



**Figure 03 :** Production de pommes de terre, par région, 2007.

L'Asie et l'Europe sont les deux principales régions productrices de pommes de terre du monde, elles ont fourni plus de 80 % de la production mondiale en 2007. Bien que les récoltes de l'Afrique et de l'Amérique latine soient nettement inférieures, elles ont atteint leur niveau record. C'est l'Amérique du Nord qui obtient de loin les rendements les plus élevés, avec plus de 40 tonnes par hectare.

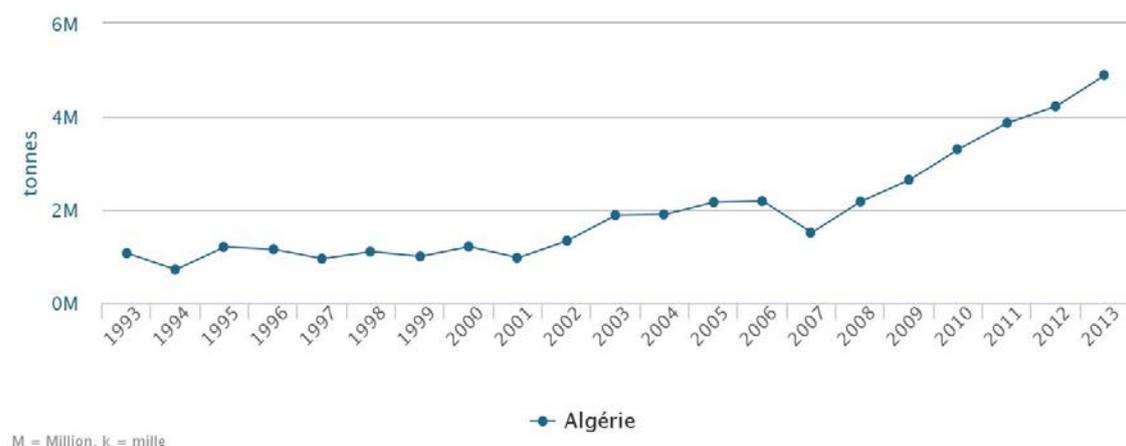
**Tableau 02 :** Principaux producteurs de pommes de terre, en 2007.

	Quantité (t)
1. 🇨🇳 Chine	72 040 000
2. 🇷🇺 Féd. de Russie	36 784 200
3. 🇮🇳 Inde	26 280 000
4. 🇺🇸 Etats-Unis	20 373 267
5. 🇺🇦 Ukraine	19 102 300
6. 🇵🇱 Pologne	11 643 769
7. 🇩🇪 Allemagne	11 604 500
8. 🇧🇪 Bélarus	8 743 976
9. 🇳🇱 Pays-Bas	7 200 000
10. 🇫🇷 France	6 271 000
Source: FAOSTAT	

Le taux de croissance de la production de pommes de terre a même dépassé celui de nombreuses autres principales cultures vivrières. Comme la croissance de la production de maïs, blé et riz a ralenti ces dix dernières années, dans certains cas considérablement (par exemple celui du blé), la production de pommes de terre a relativement gagné de l'importance, particulièrement en Asie (FAOSTAT, 2011).

## 6-2-En Algérie

L'Algérie a presque doublé sa production, passant de 2,2 millions de tonnes en 2008 à 3,8 millions de tonnes en 2011, en 2013 elle a dépassée les 4 millions de tonnes, La sole qui lui est réservée dépasse les 130 000ha (FAOSTAT, 2013).



**Figure 04 :** Evolution des productions de pomme de terre en Algérie, 1993-2013.

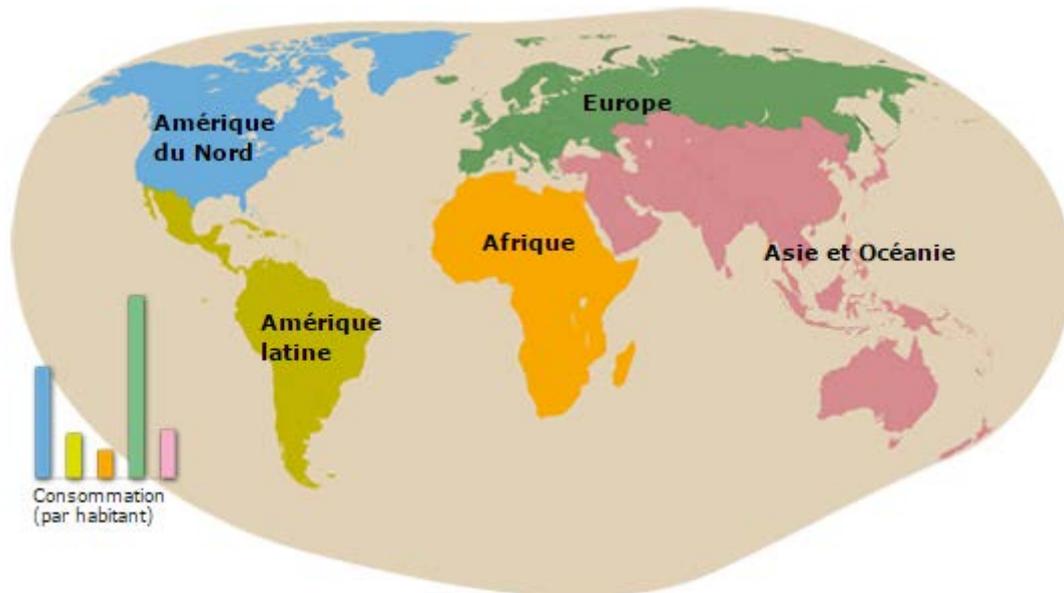
**Tableau 03 :** Evolution des productions de pomme de terre dans la région de Tiziou zou, 2006-2015 (DSA Tizi ouzou, 2016).

Campagne	Superficie ha	Production Qx
2006-2007	921	158088
2007-2008	1100	229331
2008-2009	1506	307840
2009-2010	1646	377573
2010-2011	1477	349714
2011-2012	1423	342235
2012-2013	1453,5	355463
2013-2014	1123	219170
2014-2015	887	176077

## 7-Consommation

La consommation de pommes de terre fraîches, qui représentait autrefois la base de la consommation mondiale du tubercule, est en diminution dans de nombreux pays, en particulier dans les régions développées. A l'heure actuelle, davantage de pommes de terre sont transformées pour répondre à la demande croissante de l'industrie du fast-food, des

snacks et des aliments tout préparés. Cet essor s'explique principalement par l'accroissement de la population urbaine, la hausse des revenus, la diversification des régimes alimentaires et des modes de vie qui laissent moins de temps pour la préparation du produit frais (**FAOSTAT**).



**Figure 05 :** Consommation de pommes de terre, par région, 2005.

L'Asie consomme près de la moitié des pommes de terre produites dans le monde, mais comme elle est très peuplée, la consommation par habitant est modeste: 24 kg en 2005. Les plus gros consommateurs de pommes de terre sont les Européens. La consommation de l'Afrique et de l'Amérique latine est moins élevée, mais elle augmente.

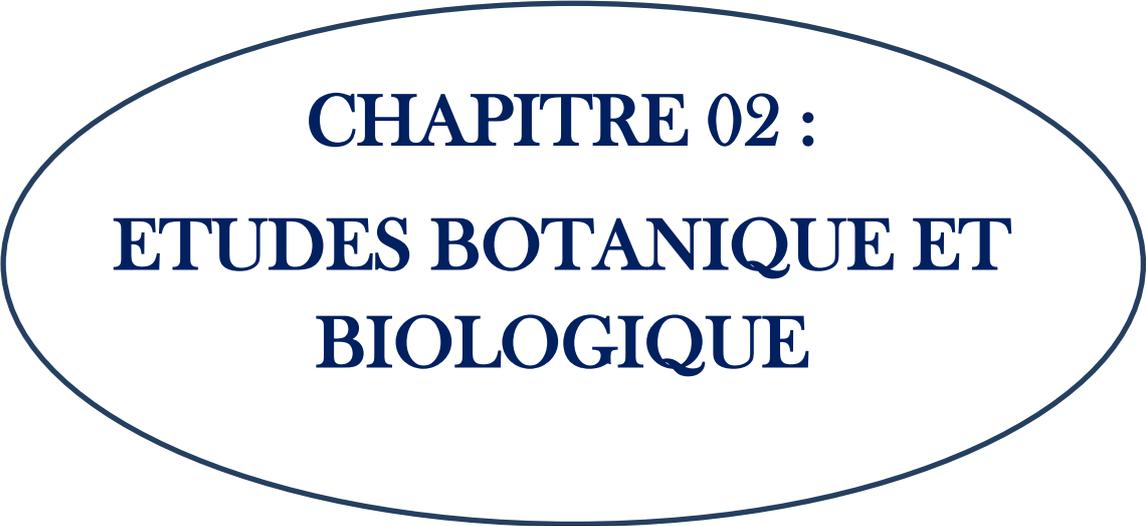
**Tableau 04** : Principaux pays consommateurs de pommes de terre, 2005.

	Quantité (t)		kg/habitant
1.  Chine	47 594 193	1.  Bélarus	181
2.  Féd. de Russie	18 828 000	2.  Kirghizistan	143
3.  Inde	17 380 730	3.  Ukraine	136
4.  Etats-Unis	17 105 000	4.  Féd. de Russie	131
5.  Ukraine	6 380 850	5.  Pologne	131
6.  Royaume-Uni	6 169 000	6.  Rwanda	125
7.  Allemagne	5 572 000	7.  Lituanie	116
8.  Pologne	5 000 000	8.  Lettonie	114
9.  Bangladesh	4 041 463	9.  Kazakhstan	103
10.  Iran (Rép. islamique)	3 991 142	10.  Royaume-Uni	102

Source: **FAOSTAT**

### 8-Importance économique

Parmi les produits de base, la pomme de terre revêt un caractère stratégique de par sa place dans notre alimentation, les surfaces qu'elle occupe, les emplois qu'elle procure et les volumes de production qu'elle génère. Par conséquent, les flux financiers qu'elle mobilise sont considérables tant en amont qu'en aval (AMRAR SAID et al, 2005).



**CHAPITRE 02 :**  
**ETUDES BOTANIQUE ET**  
**BIOLOGIQUE**

## I-Etude botanique

### 1-Taxonomie

La pomme de terre (*solanum tuberosum* L.) appartient à la famille des solanacées. Le genre *solanum* comprend 2 000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Hawkes, 1990). L'espèce cultivée dans nos régions, *solanum tuberosum* L. comprend plusieurs centaines de variétés différentes par la forme, la couleur, la texture, la teneur des tubercules en amidon.

### 2-Classification (Hawkes, 1990)

- Règne : Metaphytes (végétaux supérieurs)
- Embranchement : Spermatophytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : Polemoniales
- Famille : Solanaceae
- Genre : Solanum L.
- Sous Genre : Potatoe
- Espèce : Tuberosum
- Sous espèce : Tuberosum

### 3-Physiologie de la pomme de terre

La plante est une espèce herbacée vivace cultivée comme plante annuelle, qui se caractérise par ces tubercules, elle est constituée de deux parties distinctes :

- Une partie aérienne (tiges, feuilles, fleurs, fruits).
- Une partie souterraine (racines, stolons, tubercules).

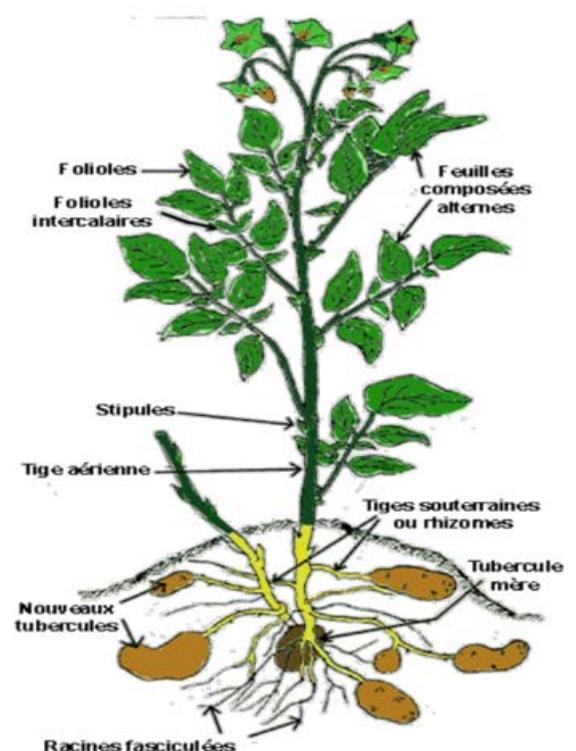


Figure 06 : physiologie de la pomme de terre.

### 3-1-Les tiges

Les tiges sont en section ronde, anguleuse, formant des bords sur lesquelles naissent des ailes ou cote, généralement la couleur de la tige est verte, elle peut par fois être rouge ou pourpre. Les plants germant a partir des graines ont une seule tige principale, tandis que celles germant à partir des tubercules peuvent en produire plusieurs (SOLTNER, 1979).



Figure 07 : tiges.

### 3-2-Feuilles et fleurs

Les feuilles sont composées, comprenant une nervure centrale ou rachis et plusieurs folioles. Chaque rachis peut comporter plusieurs paires de folioles avec une terminale.



Figure 08 : feuille.

L'inflorescence est une cyme, pouvant comporter 8 à 10 fleurs. La fleur à corole blanche ou violette est du type gamopétale, caractéristique des solanacées. L'autogamie est quasi absolue, les anthères à maturité projettent le pollen sur le stigmate (SOLTNER, 1979).



Figure 09 : fleures.

### 3-3-Fruit et grains

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 cm de diamètre, à deux chambres renfermant des graines aplaties, la baie est généralement de couleur verte (SOLTNER, 1979).

Les graines sont petites, ovales et aplaties avec hile qui indique leur point d'attache sur l'ovaire.



Figures 10 et 11 : graines et fruits.

### 3-4-Racines

Le système racinaire est fasciculé et très ramifié, il a tendance à s'étendre superficiellement mais peut s'enfoncer jusqu'à 0,8m de profondeur. Il est constitué de racines-adventives qui apparaissent à la base des bourgeons de tubercule ou sur les nœuds des tiges enterrées ; pour cette raison, le tubercule doit être planté à une profondeur telle quelle permette une formation adéquate des racines et des stolons (SOLTNER, 1979).

Les racines connaissent une croissance rapide depuis les premiers stades de développement jusqu'au moment au commence la formation des tubercules.

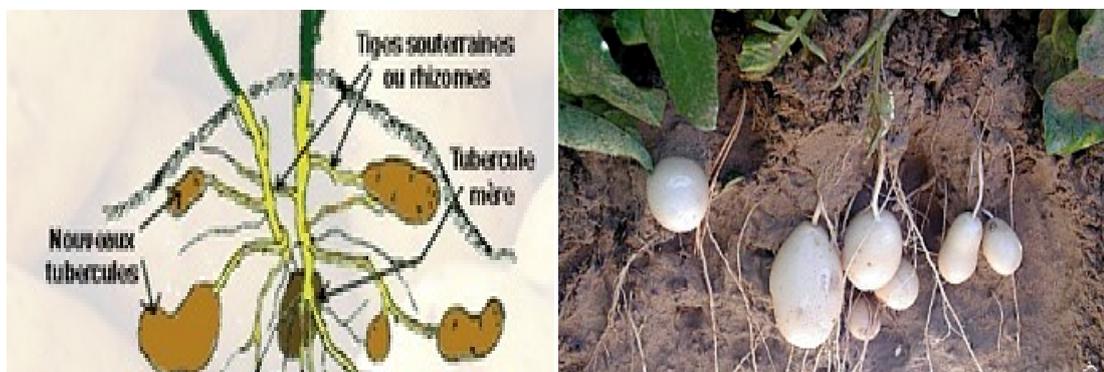
- Les plantes issues de graine forment une racine pivotante mince avec des racines latérales.



**Figure 12 : Racines.**

### 3-5-Stolons

Les stolons sont des tiges souterraines latérales assez grêles qui se développent horizontalement à partir des bourgeons de la partie souterraine des tiges.les stolons, appelés aussi rhizomes ou tige souterraines, sont à faible profondeur.



**Figures 13 et 14 : stolons.**

### 3-6-Tubercules

Les tubercules résultent d'une modification des tiges souterraines fonctionnant comme organe de réserve de nutriments. Ils sont de taille variable et de forme oblongue, plus ou moins allongé, cylindrique, lisse ou bosselé selon les variétés. La couleur de la peau est généralement jaune, mais peut être rouge, noir, ou rose. la couleur de la chaire, jaune plus ou moins foncée, rose ou violette

Selon les variétés .La formation de tubercule, se produit à l'extrémité des stolons dans une zone méristématique subapicale, grâce à un grossissement radial.



**Figure 15 :** tubercule.

## II-Etude biologique

### 1-Cycle végétatif de la pomme de terre

La pomme de terre peut être reproduite par graine ou par multiplication végétative. La reproduction par graine est très peu pratiquée en Algérie. Les tubercules de pomme de terre qui lui confèrent sa valeur alimentaire et économique sont le plus couramment utilisés comme semences. Le cycle de croissance de la pomme de terre est court (3 à 4 mois), il peut être divisé en 4 phases :

#### 1-1- La phase de dormance

Le tubercule est incapable de germer même aux conditions optimales de températures (18 à 25°C), et l'humidité (80 à 90%) cette inertie a une durée de 2 à 4 mois, selon les variétés. A la fin du repos végétatif, la croissance des germes a lieu sous la dépendance des températures basses. Dès que les conditions redeviennent favorables, le tubercule reprend son activité et ainsi se germe (**MADEC et PERENNEC, 1962**)

#### 1-2-Phase de germination

Après la plantation en terre d'un tubercule germé, chaque germe donne au dessus du sol, une tige feuillée et dessous du sol, des stolons et des racines. Au cours de la germination, l'activité métabolique de la jeune plante augmente, ce qui permet sa croissance et son développement vers une vie autonome (la jeune plante consomme les réserves contenues dans la graine jusqu'à ce qu'elle soit capable de réaliser la photosynthèse)

#### 1-3-Phase de croissance

Début au cours de la conservation, les tubercules émettent des germes, capables de former de nouveaux tubercules. Après la plantation, la germination est le reflet de cette évolution totale, passe à travers de trois phases :

##### 1-3-1-Phase de croissance lente

Il ne pousse en générale qu'un seul germe au sommet de tubercule ce germe inhibe la germination d'autres germes, c'est ce qu'on appelle la dominance apicale.

### 1-3-2-Phase de croissance active

La vitesse de croissance pendant cette phase, est maximale, presque tous les yeux sont sollicités et plusieurs germes poussent et pouvant atteindre 3cm de haut.

### 1-3-3-Phase de croissance ralentie

Marquée par la fin de la croissance des germes, la vitesse de croissance diminue puis s'annule quand la phase d'incubation est atteinte.

### 1-4-Phase de tubérisation

La plante, commence à former des tubercules à partir du 45ème jour de sa végétation. En effet au bout d'un certain temps variable selon les variétés et le milieu. Les stolons, cessent de croître, se renflent à leur extrémité pour former en une à deux semaines les ébauches des tubercules (SOLTNER, 1979).

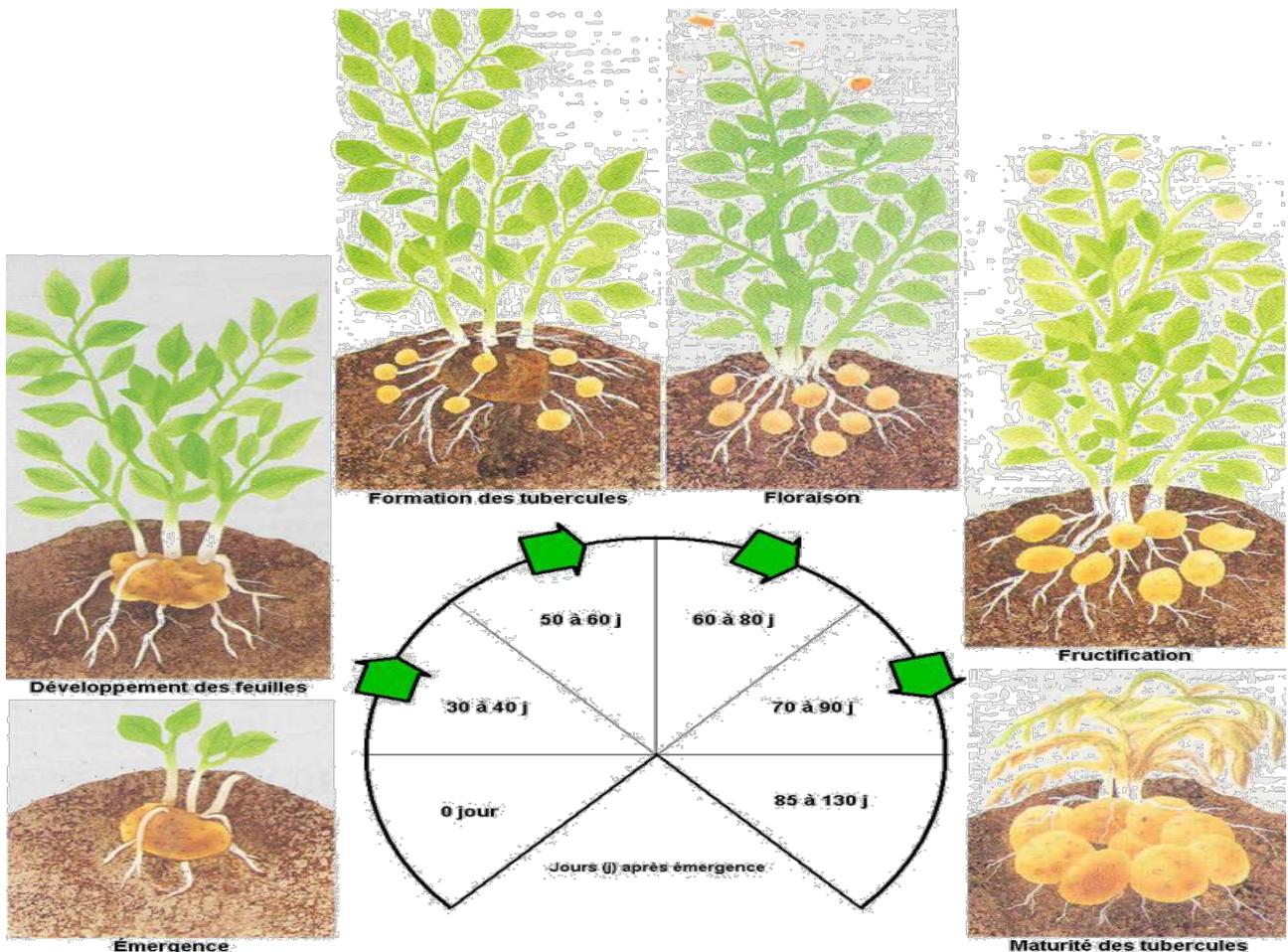


Figure16 : Cycle végétatif de la pomme de terre.

## 2-Itinéraire technique de la pomme de terre

### 2-1-Climat et température

La pomme de terre est une plante rustique pouvant se développer dans des régions ayant un climat subtropicale, aussi bien que dans des régions les plus froides. La pomme de terre demande assez peu de chaleur et semble même souffrir à des températures excessive, par contre sensible au gel puisqu'elle est détruite à -2°C.

La température représente un facteur climatique très important pour le développement et la croissance de la pomme de terre. La croissance est ralentie à moins de 10°C, ses parties foliacées gèlent à moins de 1°C. La température optimale pour la végétation semble se situer entre 15,5°C et 21°C (**LAUMONNIER, 1979**).

Selon **CHIBANE (1999)**, les hautes températures stimulent la croissance des tiges ; par contre les basses températures favorisent davantage 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 et une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation, elle exige des températures inférieures à 24°C le jour et inférieure à 16°C la nuit.

### 2-2-La lumière

**BODLAENDER (1963)**, a constaté qu'en faible éclairage, l'intensité photosynthétique diminue entraînant la formation de petites quantités de sucres qui sont utilisés préférentiellement par le feuillage au détriment des racines.

### 2-3-La photopériode

Les nuits de longue durée favorisent une induction précoce de la tubérisation. Cette réaction de jour court sur la tubérisation est fonction des génotypes. En effet, il existe pour chacun d'eux une longueur critique de jour ou de photopériode critique. Au dessous de cette période critique, la tubérisation du génotype s'effectue normalement alors qu'au dessus elle est freinée ou totalement inhibée. La plupart des cultivars utilisés dans les régions à climat tempéré ont des photopériodes critiques entre 13 heures et 16 heures (**BODLAENDER, 1963 ; ELLISSECHE et al., 1992 ; ROUSSELLE ET AL., 1996**).

**CHIBANE (1999)**, signale que la croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la

longueur du jour élevée (14 à 18h). Une photopériode inférieure à 12h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures.

#### **2-4-Le sol**

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles. La pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière, de la sablonneuse à la sablo-limoneuse, que dans des sols à texture fine et battante (argileuse ou argilo-limoneuse) car, ces dernières empêchent tout grossissement du tubercule.

Dans les sols légèrement acides (PH=5,5à6), la pomme de terre peut donner de bons rendements alors qu'une alcalinité excessive peut causer le développement de la galle commune sur tubercules.

Néanmoins, la pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères qui manifestent souvent un blocage de l'absorption de l'eau par les racines.

Un sol trop léger n'est pas capable de retenir suffisamment l'humidité pour les besoins de la plante, alors qu'un sol trop lourd, souvent trop humide, favorise le développement du mildiou, l'asphyxie de la plante et devient difficile à travailler (**CHIBANE, 1999 ET CLARYS, 2005**).

#### **2-5-Plantation**

La plantation de la pomme de terre ne peut avoir lieu qu'après la levée totale de la dormance. L'utilisation des plants non germés est suivie par un retard de l'émergence, donne des plants monotige et par la suite un rendement faible (**CHIBANE A 1999**).

La date de plantation est fonction de la zone de production, l'état du sol, les conditions climatiques, de la variété cultivée en fonction de la nature du sol.

##### **a-Distance de la plantation**

Pour déterminer la distance de plantation, il faut tenir compte :

- Du développement végétatif de la variété : une plante à feuillage réduit permettra de planter plus serré que pour une plante à feuillage plus important.
- De la précocité : les variétés tardives seront plantées plus écartées.
- De la nature de sol : on écarte d'avantage en terre pauvre.

Compte tenu de ces considérations, il est conseillé de planter à 80 cm entre billons et 30 cm entre tubercules.

### **b- Profondeur de la plantation**

Elle dépend surtout de la nature du sol. On plante plus profondément dans les terrains sablonneux et secs que dans les sols lourds. Il est recommandé de planter à une profondeur de 6 à 10 cm.

### **2-6-Irrigation**

Une irrigation bien conduite favorise l'assimilation des engrais ainsi que le transfert régulier des sucres du feuillage vers les tubercules. C'est un facteur primordial de la maîtrise de la qualité.

La pomme de terre demande de l'eau à toutes les époques de sa végétation, surtout durant la phase de tubérisation. Il lui faut des irrigations régulières, bien réparties, sans période de sécheresse. Le régime des irrigations influence beaucoup sur le rendement et la qualité. Ses besoins en eau sont de l'ordre 500 à 600 mm. Selon (Tsé Bi, 1999), les besoins en eau de la pomme de terre sont plus importants aux phases d'émergence et de croissance des tubercules.

### **2-7-Fertilisation**

#### **2-7-1-Fumure organique**

La fumure organique améliore la structure du sol, accroît la capacité de rétention de l'eau, régularise la nutrition des plantes et aide l'absorption des éléments fertilisants.

Les fumiers des bovins et des ovins constituent la fumure organique la plus couramment utilisée en Algérie. La dose préconisée est de 30 à 40 tonnes par hectare.

Selon CLARYS (2005), 20 à 25 tonnes par hectare de fumier bien décomposé est suffisante.

#### **2-7-2-Fumure minérale**

La fumure minérale est apportée avant la plantation pour les engrais facteur de précocité directement assimilables. La fumure azotée peut être fractionnée ; une partie avant la plantation et l'autre en cours de végétation

D'une façon générale, la fumure recommandée est de type 11-15-15 (11% d'azote, 15% de phosphore et 15% de potassium) à raison de 12qx/ha ; il est conseillé d'ajouter 200 à 250Kg

d'ammonitrate (engrais azotée) en début de végétation, ou bien deux épandages dont le premier s'effectue (150Kg) en début de végétation et le second (150Kg) en phase de croissance active.

Selon **BEDIN ET MALET (1989)**, l'azote favorise le développement foliaire, la formation et le grossissement des tubercules. La potasse est responsable de la formation des tubercules de gros calibre. L'acide phosphorique favorise la formation de petits calibres de pomme de terre ; c'est aussi un élément qui facilite le développement racinaire et hâte la végétation en augmentant le nombre total des tubercules et leur teneur en matière sèche.

### **2-8-Désherbage**

Les techniques culturales habituellement pratiquées, combinées à une rotation judicieuse des cultures, permettent de limiter l'extension de la flore adventice. Lorsque la culture est en place, toute une série d'interventions mécaniques permet entre autre, de lutter contre les mauvaises herbes. des opérations telle que le binage et le buttage consistent en elles-mêmes le désherbage mécanique.

Cependant les conditions climatiques ne permettent pas toujours d'effectuer correctement et au bon moment ces façons culturales, si bien que le désherbage mécanique seul peut s'avérer insuffisant. Un herbicide appliqué de bonne heure et possédant une grande puissance d'action, peut donc rendre quelques services aux producteurs de pomme de terre.

**CHAPITRE 03 :**  
**APERÇU SUR LA FERTILISATION**  
**DE LA POMME DE TERRE**

## Introduction

La fertilisation, c'est l'action qui consiste à effectuer des apports d'engrais organiques ou minéraux, nécessaires au bon développement des végétaux. Elle peut donc être réalisée sous forme d'amendements humifères (organique) ou minéraux (chimique).

Les engrais sont des substances, le plus souvent des mélanges d'éléments minéraux, destinées à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement des cultures et la qualité des produits. Les engrais furent utilisés dès l'Antiquité, où l'on ajoutait au sol, de façon empirique, les phosphates des os, l'azote des fumures animales, le potassium des cendres. Les engrais permettent d'apporter en quantité voulue, un ou plusieurs éléments fertilisants comme l'azote, le phosphore, la potasse, le calcium, le magnésium... ainsi que des oligoéléments.

La fertilisation organique ou amendements, c'est l'incorporation au sol, de matières organiques plus ou moins décomposées, tels que les fumiers. Elle permet d'améliorer la structure du sol et d'augmenter la capacité du complexe argilo-humique à stocker les éléments nutritifs. Le processus de minéralisation de la matière organique libère de manière progressive les éléments nutritifs dont la plante a besoin pour son développement.

La combinaison d'engrais organiques et minéraux crée les conditions de milieu idéales à la culture, car les engrais organiques améliorent les propriétés du sol alors que les engrais minéraux apportent aux plantes les éléments nutritifs nécessaires.

Les plantes ont besoin de quantités relativement importantes en éléments de base. L'azote, le phosphore et le potassium sont donc les éléments qu'il faut ajouter le plus souvent aux sols pauvres ou épuisés par des récoltes intensives, et se succédant sans jachère.

Pour se développer, la grande majorité des plantes exigent plusieurs éléments nutritifs provenant de l'air et du sol qui les entourent.

- Des éléments de base (macro éléments) : L'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K)
- Des éléments secondaires : Le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le soufre ((S)
- Des oligo-éléments : Le fer(Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le bore (B), le molybdène (Mo), et le chlore (Cl).

Les éléments secondaires et les oligoéléments se trouvent habituellement en quantité suffisante dans le sol, et ne devraient être ajoutés qu'en cas de constatation de carence.

## 1-Le sol

Le sol est la couche de terre travaillée par les instruments aratoires. Il est caractérisé par son épaisseur (sol superficiel ou profond) et par la nature du matériau qui le compose (sol argileux, limoneux, sableux,...)

Le sol remplit trois rôles :

- Physique : support des racines des plantes.
- Chimique : nutrition minérale des plantes.
- Biologique : il se comporte comme un milieu vivant.

Le sol est constitué principalement de cailloux, de sables, de limons, d'argile, de calcaires et d'humus. Ses propriétés physiques (humidité, température, aération) et sa fertilité dépendent de sa structure et de sa texture (composition granulométrique).

Le sol n'est pas un milieu inerte où circule un liquide nutritif. Les colloïdes du sol (argile, humus) régularisent la teneur en éléments nutritifs. Ce mécanisme de régulation concerne la teneur en cations (calcium, potassium,...) et la teneur en ions  $H^+$  de la solution du sol. Grâce à l'analyse du sol on peut déterminer le mode d'exploitation le mieux adapté.

### 1-1-Analyse du sol

L'opération d'analyse du sol, est un outil informationnel précieux d'aide à la décision. La méthode d'échantillonnage du sol et les paramètres de son analyse sont arrêtés, selon trois objectifs : la caractérisation, le contrôle et le diagnostic.

- **Analyse de caractérisation**

Elle est effectuée au départ pour connaître les caractéristiques générales d'un sol. Elle permet de déterminer sa fertilité physique, chimique et biologique. C'est une analyse des plus complètes.

- **Analyse de contrôle**

Elle est effectuée de façon périodique (tous les quatre ans), à des points bien fixés sur la parcelle. Elle permet de déterminer le niveau de disponibilité des éléments fertilisants d'un sol que l'on aurait retenus (suivi du niveau de fertilité phosphatée d'un sol), afin de procéder à leurs entretiens ou leurs réajustements.

- **Analyse de diagnostic**

Elle est faite lorsqu'on observe une différence de comportement de la végétation sur une même

parcelle. Il s'agit d'essayer de lui trouver une réponse en s'intéressant d'abord aux profils culturaux, l'analyse du sol et de la végétation.

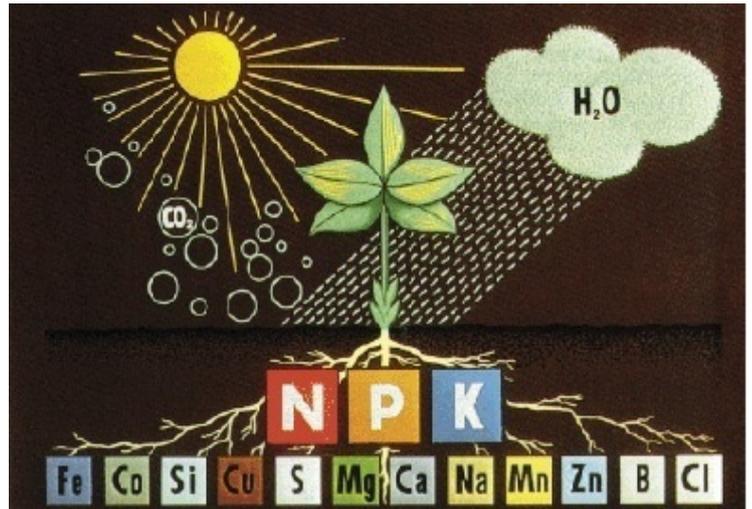
## 2-Fonction des éléments nutritifs

### 2-1-Les macroéléments : N - P - K

#### 2-1-1-L'Azote (N)

L'azote est un élément majeur pour la fertilisation des végétaux, il est présent dans la nature sous deux états :

- à l'état libre, sous forme de  $N_2$ , où il constitue 78 % de l'air que nous respirons.
- à l'état combiné, sous forme minérale – ammoniacque, nitrite, nitrate – ou sous forme organique.



**Figure 17** : les facteurs majeurs pour le développement d'une plante.

Dans le sol, l'azote se trouve sous forme organique (humus) ou minérale (ammonium  $NH_4^+$ , nitrate  $NO_3^-$ ). L'azote organique provient des résidus des récoltes précédentes, d'engrais organiques, et doit être transformé par les bactéries présentes dans le sol en nitrates pour être utilisable par les plantes ; c'est ce qu'on appelle la minéralisation.

C'est un déterminant du rendement. En favorisant le développement foliaire, l'azote est à l'origine de l'accroissement du calibre. Son excès en revanche, qu'il provienne d'un engrais minéral ou organique, induit le développement de maladies, la déformation des tubercules, un retard de maturité ainsi qu'une modification de la composition chimique responsable du noircissement interne. Les caractéristiques de conservation sont alors irrémédiablement affectées.

Ainsi, l'ajustement de la dose au plus près des besoins de la plante est un impératif agronomique aussi bien qu'environnementale. Il doit tenir compte des fournitures de sol liées à la matière organique, et des éventuels apports d'azote organique.

L'efficacité de la fertilisation dépend aussi de la forme de l'engrais utilisé. La forme

ammoniacale, outre son efficacité, dispose d'un avantage important en provoquant une réaction acide de la rhizosphère, favorable à l'assimilation des autres éléments minéraux (**REUST, 1986**).

### **2-1-2-Phosphore (P)**

La pomme de terre présente des exigences élevées en phosphore. La maîtrise de la fertilisation phosphatée est importante pour ne pas pénaliser le rendement mais aussi assurer la qualité.

En favorisant le développement du système racinaire, le phosphore permet une meilleure assimilation des éléments minéraux et surtout, augmenté le nombre de tubercules par plante. C'est un déterminant du rendement. D'un point de vue qualitatif, le phosphore intervient dans le processus de maturation et agit sur la tenue en matière sèche des tubercules, permettant ainsi une meilleure conservation.

Compte tenu de la faiblesse générale des tenures en phosphore dans les sols algériens (sable, argile), la nutrition phosphatée de la pomme de terre dépend donc uniquement de la fertilisation. Ainsi, le fractionnement des apports avec une forme assimilable est la seule méthode permettant d'atteindre une efficacité optimale (**WESTERNANN et al. 1988 et ROBERTS et al. 1991**).

### **2-1-3-Potassium (K)**

Rendement, qualité, conservation.

C'est l'élément le plus important pour la pomme de terre en assurant la croissance et l'homogénéité des tubercules, le potassium a aussi une action déterminante sur la qualité, la conservation, et l'aptitude à la transformation. Il permet en outre une bonne valorisation de la fertilisation azotée et améliore la résistance au stress hydrique et aux maladies (mildiou, rhizoctone noir), comme il limite l'évapotranspiration, améliore la rigidité de la tige, et la constitution de la réserve nutritive.

Le besoin total de la culture, pour atteindre une production élevée se situe au-delà de 350 Kg/ha de K<sub>2</sub>O et est très dépendant de la richesse initiale des sols (très faible en sol sableux). Dans un contexte de recherche de production et de qualité pour la conservation, seul le sulfate de potassium en améliorant le taux de matière sèche et la résistance aux chocs, peut permettre d'atteindre ces objectifs (**WESTERMANN et al, 1994**).

## 2-2-Les éléments secondaires

### 2-2-1-Le calcium (Ca)

Le calcium a un rôle extrêmement important dans la constitution des tissus végétaux et permet aux plantes de mieux se développer. Il permet d'augmenter la résistance des tissus végétaux, une meilleure tenue de la tige et un développement normal du système racinaire (**IDCM-FAO. 1976**).

### 2-2-2-Le magnésium(Mg)

Élément de base de la chlorophylle. Elle permet à la plante d'effectuer les transformations chimiques des éléments nutritifs et l'assimilation et la migration du phosphore dans la plante (**IDCM-FAO. 1976**).

### 2-2-3-Le soufre (S)

Le soufre est nécessaire à la croissance des plantes. Il entre dans la composition des feuilles et des parties vertes de la plante. C'est un constituant important des acides aminés, il joue un rôle essentiel dans la tolérance des plantes aux stress environnementaux (**IDCM-FAO. 1976**).

## 2-3-Les oligo-éléments

On regroupe sous le terme d'oligo-éléments, des substances présentes en très faibles quantités dans le sol et qui permettent aux végétaux de se développer. Sans ces substances, la plante dépérit et meurt par carence.

### **On trouve :**

**Le bore :** Qui permet un accroissement de la cellulose (les formes arbustives) et la fabrication des sucres associés au Potassium.

**Le cuivre :** Qui aide à absorber l'Azote.

**Le fer :** Sans lequel les plantes ont du mal à synthétiser la chlorophylle.

**Le molybdène :** Qui aide à l'assimilation de la Potasse.

**Le Zinc :** Qui favorise le développement de la plante.

### 3-Les signes de carences

#### 3-1-En éléments de base N.P.K

##### 3-1-1-Azote (N)

Lorsque l'alimentation azotée est perturbée, les différents organes des plantes sont plus petits, et les rendements diminués. La carence azotée conduit à une plus faible densité des peuplements (tallage), à une fructification précoce et à une teneur réduite en protéines. Un approvisionnement médiocre ou excessif en N diminue la qualité.

**Symptômes:** La plante est petite, les feuilles d'abord vert jaunâtres à jaunes, deviennent plus ou moins orangées et tombent.

**Sols carencés:** Sols insuffisamment fertilisés; sols souvent sableux, filtrants, acides ou pauvres en humus.

**Remèdes:** Apport d'azote au sol ou en fertilisation foliaire. Drainage des sols trop humides. Amélioration de la structure du sol. Apport supplémentaire d'azote en cas d'enfouissement des pailles. Emploi d'engrais verts évitant le lessivage de N en hiver (lorsque les conditions météorologiques de l'automne le permettent).

##### 3-1-2-Phosphore (P)

Les plantes carencées en P ont une croissance ralentie; le développement des racines et la densité des populations (le tallage) sont réduits; la floraison et la maturation sont retardées. Une carence en P provoque une diminution de la production de protéines et de vitamines. La conservation des légumes ainsi que la résistance au gel est moins bonne.

**Symptômes:** Les feuilles âgées sont d'abord vert foncé, puis rouge-violet. La tige peut également prendre une couleur rougeâtre. Les plantes sont petites et ont un aspect rigide. A un stade ultérieur les feuilles âgées meurent.

**Sols carencés:** Sols très acides (pH inférieur à 5,0). Sols alcalins (pH supérieur à 7,5). Sols insuffisamment approvisionnés en P.

**Remèdes :** Fertilisation phosphatée adaptée au pH. Scories et phosphates naturels pour les sols acides à neutres et superphosphate pour les sols neutres à alcalins. Amener le sol dans la zone des pH neutre à légèrement acide.

### **3-1-3-Le potassium(k)**

Les plantes carencées en potassium ont une production de matière sèche restreinte (hydrates de carbone, protéines); le goût est moins agréable. La résistance au gel et à la sécheresse se trouve réduite. La transpiration et la respiration sont plus importantes. Les légumes se conservent moins bien.

**Symptômes:** Les feuilles sont d'abord vert brunâtre, puis peuvent prendre une coloration rouge brunâtre. Une chlorose apparaît et se développe à partir du bord des feuilles âgées, qui rapidement finissent par dépérir. Les plantes manquent de turgescence et se flétrissent. Les feuilles se recourbent ou s'enroulent.

**Sols carencés:** Sols très argileux. Sols sableux ou riches en humus. Sols insuffisamment approvisionnés en potassium.

**Remèdes:** Pulvérisation immédiate d'une solution à 2% de sulfate de potassium. Enrichissement du sol par apport d'engrais potassiques (très considérable en sols très argileux). Apports réguliers de potassium en fonction des exportations(MANUEL, utilisation des engrais).

## **3-2- En éléments secondaires et en oligo-éléments**

### **3-2-1-Carence en calcium (Ca)**

Les feuilles demeurent petites, elles sont parfois enroulées aux extrémités. La pointe et le bord deviennent jaunes, bruns ou rougeâtres. On peut observer une nécrose. Cette carence affecte surtout les jeunes feuilles. Elle est plutôt rare.

### **3-2-2-Carence en magnésium (Mg)**

On voit une décoloration entre les nervures (blanc, jaune ou brun-rouge). Les vieilles feuilles sont les premières atteintes.

### **3-2-3-Carence en soufre (S)**

La croissance de la plante est réduite. Les jeunes feuilles sont jaunes ou vert pâle; les tiges, rigides et cassantes.

### **3-2-4-Carence en fer (Fe)**

Cette carence entraîne une chlorose. On la reconnaît à un jaunissement des feuilles jusqu'aux nervures. Les feuilles peuvent, dans un état avancé, devenir cassantes. Les jeunes feuilles sont les premières à en être affectées. Semblables aux symptômes d'une carence en manganèse, on peut néanmoins les distinguer aisément. La décoloration due à une carence en manganèse se fait par

taches alors que celle due à une carence en fer est complète.

### **3-2-5-Carence en manganèse (Mn)**

Elle est également marquée par un jaunissement entre les nervures. Contrairement à la carence en fer, le jaunissement se fait cette fois par taches. Les nervures demeurent bien vertes. Cette carence s'observe d'abord sur les feuilles supérieures de la plante. Il faut ajouter un engrais contenant du manganèse. Cependant, une carence peut survenir malgré la présence de manganèse. Elle est alors causée par un déséquilibre entre les éléments nutritifs.

### **3-2-6-Carence en bore (B)**

La croissance s'en trouve ralentie. Les organes de la plante sont endommagés, des crevasses se forment. Les racines se nécrosent à leur extrémité.

### **3-2-7-Carence en molybdène (Mo)**

La croissance est lente, les jeunes feuilles deviennent vert clair et sont déformées.

### **3-2-8-Carence en cuivre (Cu)**

Il y a une chlorose de la pointe des feuilles. Les jeunes feuilles peuvent se tordre.

### **3-2-9-Carence en zinc (Zn)**

Les plantes sont nanifiées. On observe une distorsion de la plante, surtout le bord des feuilles. Les feuilles peuvent être décolorées.

## **4-Principe de la fertilisation**

La fertilisation a pour principal objectif, l'entretien de la fertilité du sol pour satisfaire les besoins des cultures. Les principes actuels de la fertilisation sont issus de trois lois fondamentales : La loi des restitutions au sol, celle des accroissements moins que proportionnels et la loi du minimum.

### **4-1- La loi des restitutions au sol**

Elle est basée sur la compensation des exportations des éléments minéraux par les plantes, et ce par des restitutions pour éviter l'épuisement des sols. Cette règle est insuffisante pour trois raisons :

- Certains sols sont d'une pauvreté naturelle en un ou plusieurs éléments nutritifs, de ce fait ils doivent être enrichis pour répondre à la définition de sol cultivé.
- Généralement, les sols sont exposés à des pertes d'éléments fertilisants par lessivage.

- Durant certaines périodes de leur cycle végétatif, les plantes ont des besoins intenses en éléments nutritifs appelés « besoins instantanés » au moment où les réserves mobilisables du sol peuvent être insuffisantes.

#### **4-2-La loi des rendements moins que proportionnels**

Lorsqu'on apporte au sol des doses croissantes d'un élément fertilisant, les rendements ne croissent pas proportionnellement. En effet les augmentations de rendement qu'on obtient sont de plus en plus faibles au fur et à mesure que les quantités apportées s'élèvent. Ainsi il existe une dose optimale d'éléments à apporter du fait que la dose maximale n'étant pas la plus économique. De plus la fertilisation doit tenir compte du rythme d'absorption des éléments, de la capacité d'échange du sol et de la dynamique des éléments nutritifs.

#### **4-3-La loi du minimum**

L'insuffisance d'un élément assimilable dans le sol réduit l'efficacité des autres éléments et par suite diminue le rendement de la culture (loi de Liebig). Tous les éléments nutritifs doivent être présents selon un certain équilibre variable avec la culture. Les éléments majeurs (N P K, etc.), doivent être nécessairement présents en plus grande quantité mais n'importe quel oligo-élément peut jouer le rôle de facteur limitant s'il y a carence en cet élément.

### **5- La notion de dose d'engrais**

La dose d'engrais représente la quantité d'engrais qu'il faut incorporer au sol pour satisfaire les besoins d'entretien et de production des plantes qui y sont cultivées. Elle devrait donc être suffisante pour garantir la croissance harmonieuse du végétal, assurer le rendement escompté en quantité et en qualité.

- La dose varie en fonction de la culture, de la variété, de l'espèce utilisée, des objectifs de production, du sol et du climat, etc.

#### **5-1-Mode d'épandage des engrais**

Il existe deux méthodes pour distribuer les engrais et amendements : L'épandage en couverture et l'enfouissement dans le sol. La qualité de l'épandage dépend de la précision et de la régularité des apports.

L'épandage des engrais (quelques centaines de kilogrammes par hectare) se fait en moyen de distributeur d'engrais soit en plein ou à la volée, soit en bandes (localisation de la fumure sur des bandes parallèles aux lignes de semis ou de plantation), l'épandage en bandes peut se faire à

proximité des lignes au moment du semis ou de la plantation (fumure starter) ou au milieu de la ligne, en profondeur.

### 5-2- Calcul de la dose d'engrais

La méthode est simple. Il suffit de savoir résoudre une règle de trois. Les concentrations des unités fertilisantes dans les engrais sont exprimées en % (c'est-à-dire par 100 kg de produit commercial) et les besoins des cultures sont donnés par hectare. La formule de calcul de dose est donc :

$$\text{La dose} = \frac{\text{Besoins de la plante} \times 100 \text{ kg}}{\text{Le dosage de l'engrais}}$$

### 6-Exigences de la pomme de terre

La pomme de terre n'est pas tellement exigeante en sol. Elle préfère les sols silico-argileux ou argilo-siliceux, bien drainés et frais, elle se développe également dans les sols silico-calcaires bien fumés. Les sols trop lourds et trop compacts ne lui conviennent pas.

Que ce soit en culture de primeur, de saison ou d'arrière saison, les besoins en fertilisation minérale de la plante sont divisés en fumure de fond et fumure d'entretien.

- La fumure de fond est apportée avant la plantation à raison de : 30 à 40 t/ha de fumier, 80 à 100 U de N/ha, 100 à 120 U de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha, et 200 à 240 U de K<sub>2</sub>O/ha.

La fumure d'entretien composée de 70 U de N/ha et 90 U de K<sub>2</sub>O/ha est incorporée au sol au moment du binage-buttage (septembre octobre pour l'arrière saison, janvier pour la primeur et avril mai pour la saison).



**PARTIE 02 :**  
**PARTIE**  
**EXPERIMENTALE**



**CHAPITRE 1 :**  
**MATERIELS ET METHODES**

### 1-But de l'essai :

Notre objectif est de mettre en place un essai ayant pour but, l'étude de l'influence de la fertilisation sur le développement de la partie végétale et le rendement d'une culture de pomme de terre de consommation en saison pour la variété Spunta.

Trois traitements ont été utilisés dans cet essai.

- Le premier, avec la matière organique seulement,
- le deuxième est une combinaison entre la matière organique et l'engrais de fond,
- le troisième on a ajouté un engrais de couverture.

### 2-Présentation du site d'étude:

Notre travail a été réalisé en plein champ sur un terrain domanial de 08 hectares situé dans la commune d'oued Aissi comme l'indique la figure.

Cette commune, située au sud-est du chef lieu de la wilaya de tizi-ouzou, est limitée par :

- le village issyakhen oumedoure. A l'est
- Tazmalte elkaf à l'ouest
- Timizert leghvar au nord.
- irrehalen et chamlla au sud

La position de la parcelle est donnée par les coordonnées suivantes :

**Altitude : 100 m**

**Longitude : 4.10 E**

**Latitude : 36.71 N**



**Figure 18:** localisation de la zone d'étude (google maps)

### 3-Données climatologique de la wilaya de Tizi Ouzou

Tizi-Ouzou se situe dans la zone du climat méditerranéen. En raison des massifs montagneux qui entourent la ville, il neige chaque année en hiver entre décembre pour les hautes altitudes (600 m et +), et février pour les basse altitudes. En été, la chaleur peut être suffocante car l'air marin se heurte au relief montagneux qui l'empêche d'atteindre la ville. À partir de novembre les températures sont de 5 °C au minimum.

**Tableau 05:** Données climatologique de Tizi Ouzou (période 2001-2015).

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	7,2	7,5	9	11,2	14,2	18,2	21,6	21,9	19	16,2	11,4	8,1	13,9
Température moyenne (°C)	11,4	11,4	14,1	16,7	20,2	25,1	28,7	28,9	25,2	22,1	15,8	12,2	19,2
Température maximale moyenne (°C)	15,4	15,9	19,2	22,2	26,1	32	35,8	35,9	31,4	27,9	20,3	16,4	24,8
Record de froid (°C)	-3	0	0,6	4	6,6	8	16	16	12,4	7,5	3,5	0,7	-3
Record de chaleur (°C)	23,4	30	31,9	37,8	39	43	45,7	45,2	43	40,5	31,7	27	45,7
Précipitations (mm)	98,2	95,3	90	80,8	52,8	18,4	4,6	7,8	36,8	55,3	106,4	116,3	705

Source : *Infoclimat*<sup>9</sup>

## 4- Matériels végétales

### 4-1- caractéristiques de la variété spunta :

C'est une variété vigoureuse. Très productive, à tubérisation relativement précoce et donne de gros tubercules réguliers, de forme allongée, mais à faible teneur en matière sèche. Les tubercules sont oblongues allongés, réguliers avec des yeux très superficiels et une peau jaune. La plante à taille haute et à port dressé, a une tige à entre-nœuds faiblement pigmentés. Les nœuds sont dépourvus de pigmentations et ont des ailes développés, rectilignes et ondulés. Les feuilles sont d'un vert franc, peu divisées, à folioles moyennes, ovales arrondies à limbe cloqué. La floraison y

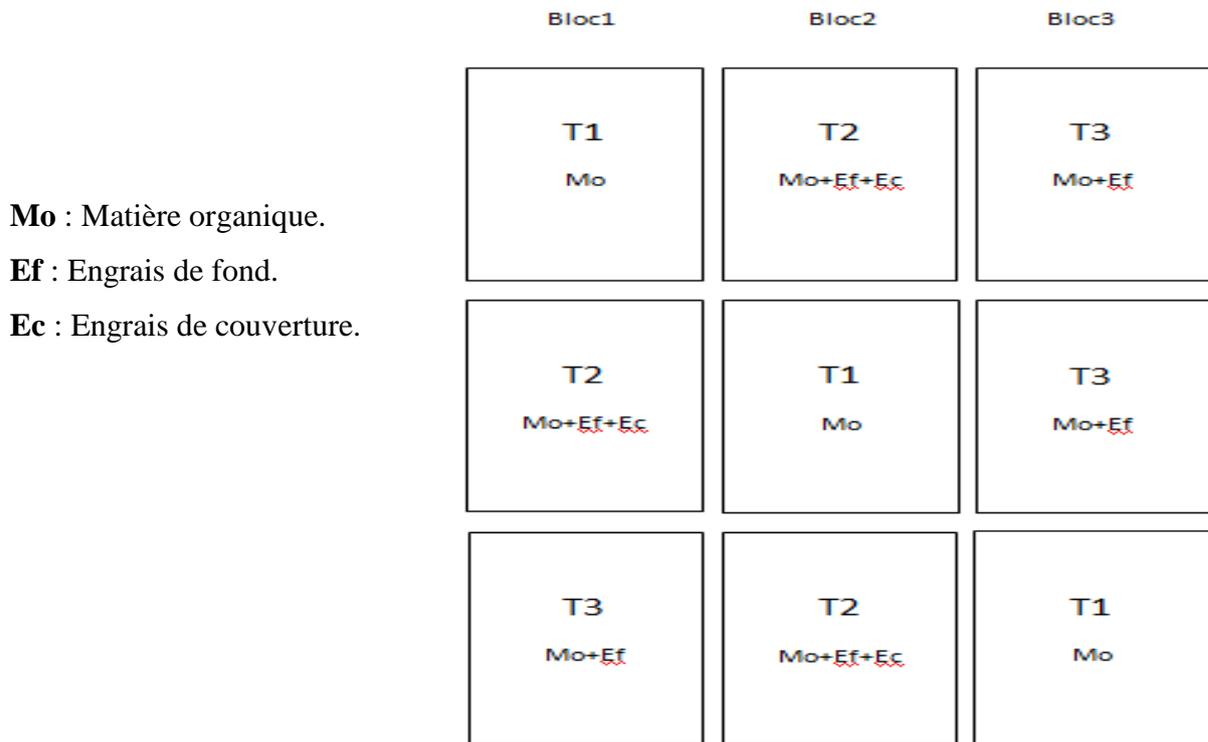
est assez abondante, la fleur est blanche avec un bouton floral partiellement pigmenté. Et la fructification est très rare.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri NaturErhvervstyrelsen, Danmark The Danish Agricultural Agency EC Plantepas EC Plant Passport EF regler og normer		
Art Species:	KARTOFFEL	Solanum tuberosum L.
Avisland Country of origin:	DANMARK	
Sorterevirksomhed Grading station:	6049	
Kemisk behandling Chemical treatment:	Lirotect Super	
Dato for lukning Date of closing:	07-01-2016	
Høstnummer Lot no:	6415-15-01	
Sortering mm. Size mm.:	30/55	
Sortsnavn Variety:	Spunta	
Nettovægt Net weight:	50 kg	
RP Replacement:	ZP:	No.: 6049-341366
Basis Læggekartofler Basic Seed Potatoes		<b>E</b> Klasse Class

Figure 19: Origine de la semence.

### 5-Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté comprend 09 unités expérimentales de 40,26 m<sup>2</sup> chacune réparties aléatoirement à raison de trois unités par bande parcellaire. La délimitation des unités expérimentales et des traitements ont été fait avant la plantation de la culture (voir figure)



**Figure 20:** Schéma du dispositif expérimental.



**Figure 21:** la parcelle expérimentale.

## **6-Description des traitements**

### **6-1-Matière organique**

Les matières organiques sont un élément important du maintien des propriétés physiques du sol. Elles assurent de plus la réserve totale du sol en azote et une fraction importante d'autres éléments nutritifs tels que le phosphore et le soufre. La productivité d'un sol est donc directement affectée par le bilan des matières organiques dans le sol.

### **6-2- Les engrais de fond**

Ils ont une action lente et libèrent leurs nutriments dans le sol de façon progressive : ils compensent l'appauvrissement de la terre dû aux cultures précédentes et la préparent pour les cultures futures.

### **6-3-Les engrais d'entretien**

Ils agissent de manière beaucoup plus rapide. On les utilise :

- Soit pour soutenir la croissance tout au long de la période de végétation,
- Soit pour donner un coup de fouet, apporter rapidement des nutriments remédiant à une carence.

## **7-Précédent culturaux**

Pendant les années précédentes, La parcelle expérimentale a été occupée par les cultures :

- Avoine, (2011-2012).
- Blé dur, (2012-2013).
- Jachère, durant 3 années (de 2013 à 2015).

## **8- Conduite de la culture**

- Pour donner aux tubercules une reprise rapide, ils ont été étalés dans un endroit aéré et à l'abri de la lumière pour la pré-germination.
- La matière organique a été épanchée sur la parcelle à raison de 1,4 qx/parcelle (30 à 40 t/ha), la parcelle a été bien labourée (25 à 30 cm) puis croisée avec un cover-crop.
- Un épandage d'engrais de fond (15-15-15) a été réalisé sur les parcelles n° 2, 3, 4, 6, 7 et 8 à raison de 4,83 kg par parcelle (12 qx/ha).
- La date de plantation a eu lieu le 26-02-2016 à l'aide d'une planteuse (30 cm X 70 cm). La dose de plantation est de 32 qx/ha soit une dose par parcelle de 13 kg /parcelle.
- Après, environ 11 jours, les germes commencent à développer leur système racinaire.
- A la date du 20 mars, suite à l'apparition de quelques plants, l'application d'un désherbage

chimique (TRIBUZIN 70 WP) a eu lieu le 21-03-2016.



**Figure 22:** dés herbent chimique (TRIBUZIN 70 WP).

- Les plantes atteignent le stade 2 à 3 feuilles pour les parcelles 2, 3, 4, 6, 7 et 8, le 25 du même mois. Les autres parcelles 1, 5 et 9 étaient en retard de quelques jours.
- Un buttage a été effectué le 10 avril à l'aide d'une buteuse.
- La culture n'avait aucun besoin d'arrosage à cause des pluies abondantes.
- Le 16 avril, nous avons réalisé un premier traitement préventif contre le mildiou avec un fongicide sous forme de poudre mouillable (RIVANABE 80) à base de manebe à raison d'une dose de 2 à 2,5 kg/ha.



**Figure 23:** fongicide (RIVANABE 80).

- Le 16 du même mois, un apport de micro-éléments (azote 7,4% - acides aminés 44% - carbone organique 22%) est effectué pour les parcelles 2, 4 et 8 à raison de 3 à 4 l/ha).



Figure 24: Bio stimulant.

- Un apport d'azote sous forme ammoniacale a été appliqué aux parcelles 2, 4 et 8 à raison de 1,3 kg /parcelle (3 qx/ha) le 19 avril.
- La formation des bouquets floraux, qui coïncide avec le début de la tubérisation est apparue entre le 23 et le 27 du mois d'avril pour les parcelles 2, 3, 4, 6, 7 et 8, et pour les parcelles 1,5 et 9, elle a été un peu plus tardive.
- Un traitement curatif contre ce champignon a été appliqué suite à l'apparition des premiers symptômes du mildiou le 26 du même mois
- Une application d'un engrais foliaire riche en potasse pour garantir une augmentation de calibre (potafol 40) (50 cc/hl/application) est réalisée le 10 du mois de mai
- Jusqu'à l'arrachage, plusieurs irrigations et traitements contre le mildiou ont été appliqués (oxychlorure de cuivre 50% WP 0,3 à 0,4 kg/ha, mancozebe + metalaxyl 64% + 8% WP 2,5 kg /ha) vis à vis les attaques de se champignon.

## 9- Les paramètres étudiés

Nous avons deux catégories de paramètres étudiés :

- Paramètres de croissance
- Paramètres de production

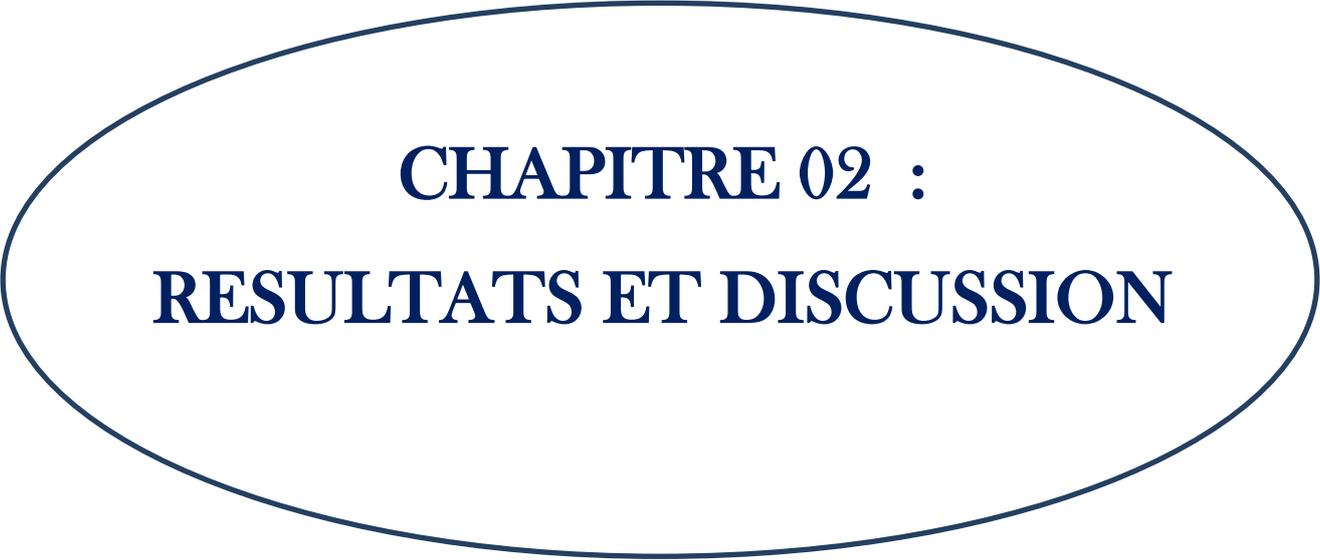
Au niveau de chaque parcelle expérimentale, on a opté pour la mesure ou le comptage des paramètres de trois échantillons pris d'une façon aléatoire.

### 9-1-Paramètres de croissance

- **Nombre des feuilles par pied :** Vue la difficulté de mesurer la surface foliaire à la masse, on s'est limité à dénombrer les feuilles au niveau des plantes (échantillon), et aussi ce paramètre est l'un des indicateurs important pour mesure de la production de masse végétative.
- **Nombres des tiges par pied:** c'est un comptage des tiges de chaque échantillon dès la levée jusqu'à la floraison.
- **Hauteur du pied :** Afin de voir la croissance en longueur des plantes, on a mesuré la longueur maximale des tiges située à des plants considérée comme échantillon.

### 9-2- Paramètre de production

- **La production :** après l'arrachage, les tubercules de chaque échantillon sont pesés séparément ce qui permet d'obtenir le poids moyenne de tubercules par plant et par traitement.



**CHAPITRE 02 :**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**

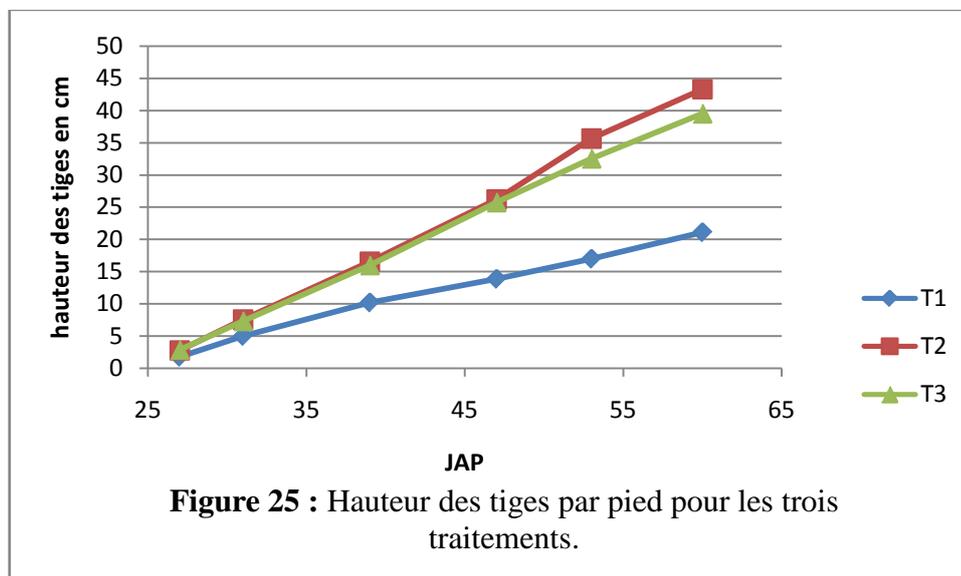
## 1-Résultats

### 1-1- Hauteur des tiges

Les moyennes des hauteurs des tiges, qui sont un indice de croissance, en fonction du type de traitement appliqué sont indiquées dans le tableau 06.

**Tableau06:** La hauteur des tiges en fonction de type de traitements appliqué.

JAP	27	31	39	47	53	60
T1	1,77	5	10,22	13,88	17	21,11
T2	2,78	7,55	16,55	26,22	35,66	43,33
T3	2,89	7,33	16	25,78	32,56	39,56



D'après le graphe les traitements concernant les traitements avec l'engrais de fond (T2) et le traitement avec l'engrais de fond et de couverture (T3) ont presque le même effet sur le développement des tiges, avec environ 43,33 cm et 39,56 cm au bout de 60 JAP respectivement. Toutefois le traitement relatif à l'application de la matière organique accompagnée d'une fumure de fond uniquement est légèrement avantageé. Tandis que le traitement correspondant à l'application de la matière organique uniquement s'est montré moins efficace avec une moyenne de 21,11 cm au bout de 60 JAP.

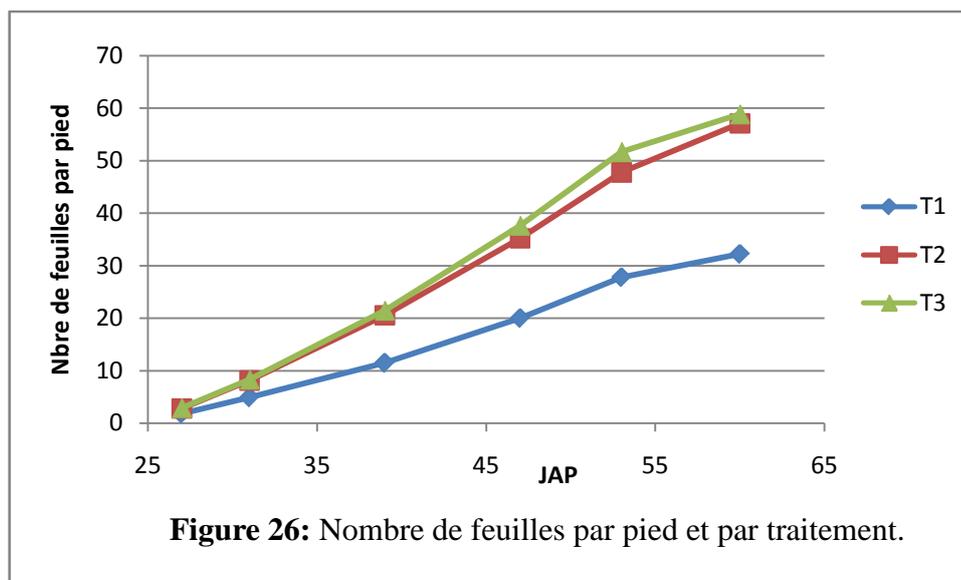
On peut déjà conclure que l'addition d'un engrais à la matière organique a eu un effet positif pour la croissance des tiges et que l'addition de la fumure de couverture aux deux précédentes fumures (MO et fumure de fond) n'a pas tellement influé sur la croissance des tiges.

### 1-2- Nombre de feuilles par pieds

Les valeurs de la moyenne du nombre des feuilles par pied observés dans les différents blocs, sont représentées par le tableau 07.

**Tableau 07 :** Nombre de feuilles par pied et par traitement

JAP	27	31	39	47	53	60
T1	1,77	4,88	11,44	20	27,77	32,22
T2	2,8	8,1	20,6	35,2	47,8	57,1
T3	2,88	8,33	21,44	37,67	51,66	58,88



Le nombre de feuilles est nettement supérieur dans les parcelles, où les traitements T2 et T3 sont appliqués, avec des moyennes respectives de 57,1 et 58,8. En revanche le traitement T1, relatif à l'application de la MO seule, s'est révélé moins efficace sur le développement foliaire avec une moyenne de 32,2 feuilles au bout de 60 JAP.

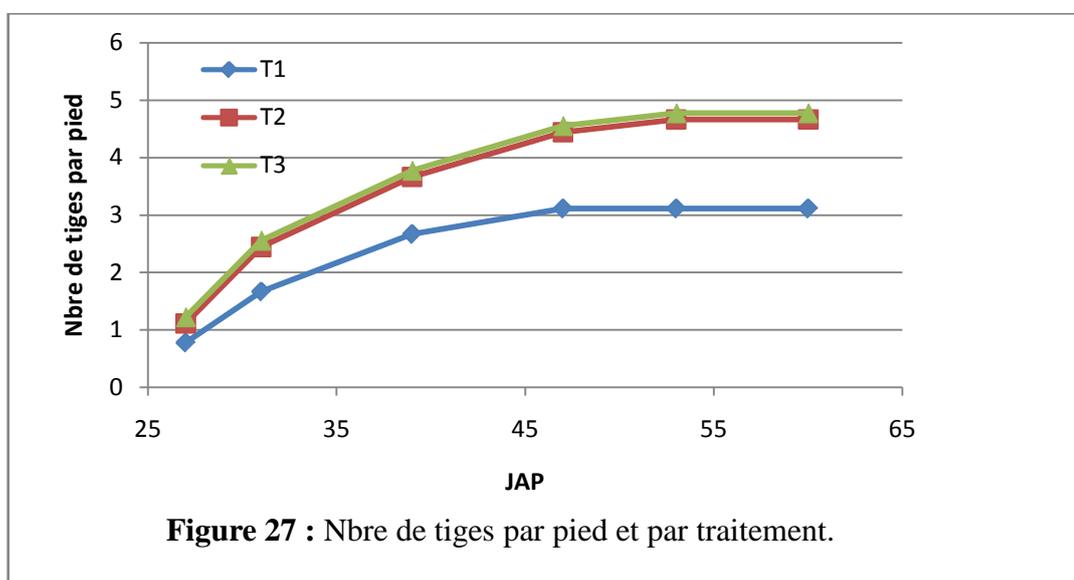
En plus de l'application de la MO, la fumure de fond qu'elle soit accompagnée de fumure de couverture ou pas, donne des résultats équitables le long du cycle.

### 1-3- Nombre de tiges par pied

Le tableau 08, donne les valeurs moyennes du nombre de tiges par pieds obtenues pour les trois traitements concernés

**Tableau 08** la moyenne du nombre de tiges par pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
NT1	0,77	1,66	2,66	3,11	3,11	3,11
NT2	1,1	2,4	3,7	4,4	4,7	4,7
NT3	1,22	2,55	3,77	4,55	4,77	4,77



Comparé aux parcelles sur lesquelles seule la MO a été appliqué, le nombre de tiges par pied est plus élevé dans les parcelles avec fumure de fond seule ou fumure de fond (T2) et de couverture associée (T3).

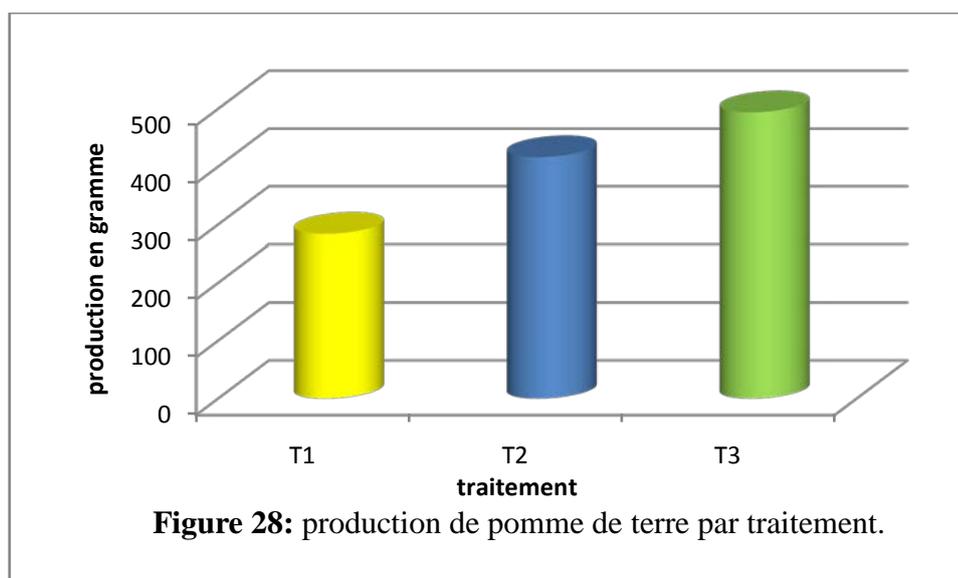
L'addition de la fumure de couverture au traitement T2 n'a donc aucune influence sur le nombre de tiges par pied.

### 1-4- Production moyenne

La production moyenne par plant et par traitement est illustrée dans le tableau 09.

**Tableau 09: Production moyenne en g par pied est par traitement.**

	Bloc 1			bloc 2			bloc 3			moy (g)
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
T1	170	486	289	119	179	206	370	443	293	283,89
T2	311	428	443	527	594	363	339	450	293	416,44
T3	631	607	419	516	535	330	498	297	612	493,89



On remarque que la plus grande moyenne est obtenu dans les parcelles ou le traitement T3 (Mo+Ef+Ec) a été appliqué avec une moyenne de 493,89 g, elle est suivie par le deuxième traitement (Mo+Ef) avec une moyenne de 416,89g/pied, contrairement au troisième traitement ou on constate une baisse de production avec une moyenne de 283,89 g/pied.

## 2-Discussions

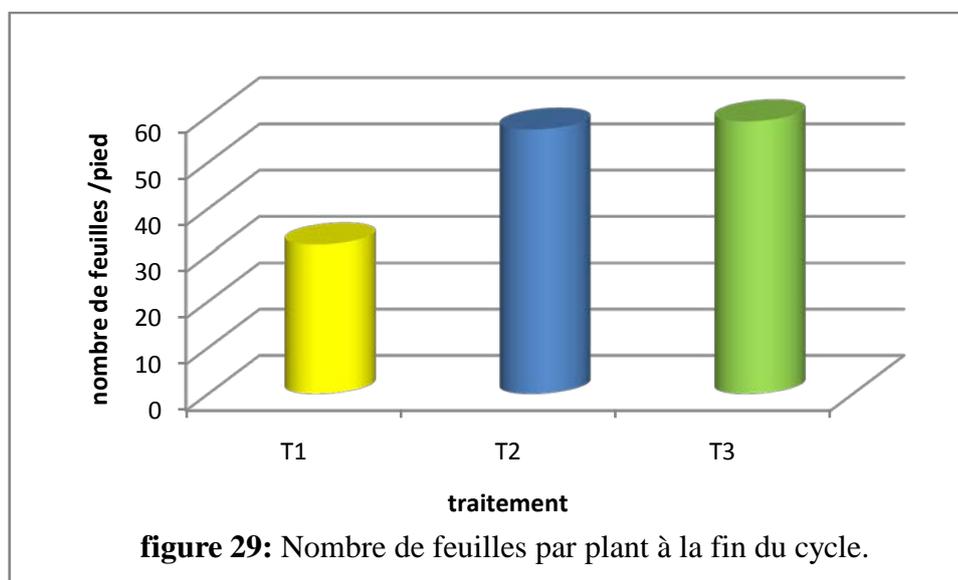
Une analyse statistique a été réalisée pour traiter les données obtenues. La méthode utilisée est celle de l'analyse de la variance organisée en bloc et une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls (stat box 6.4).

Le tableau 10 présente un récapitulatif des analyses statistiques.

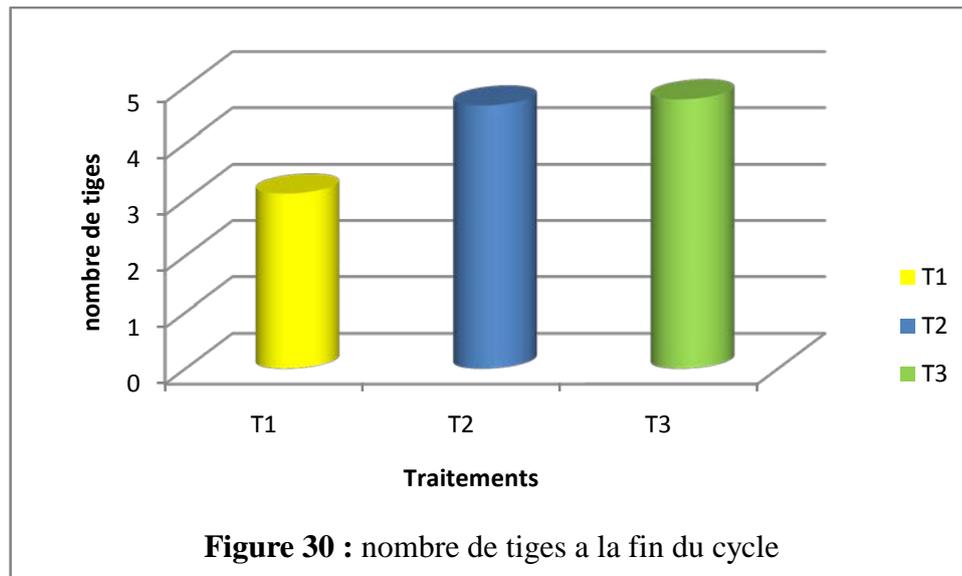
**Tableau 10:** résultats des paramètres morphologiques étudié.

	traitements			effet des traitements	effet Bloc
	T1	T2	T3		
Nbr de feuilles	96,67±36,15	171,33±33,51	176,67±11,97	NS	NS
Nbr de tiges	9,33±1,34	14,00±3,24	14,33±1,07	NS	NS
longueur de pied (cm)	21,1±2,93	a 73,00±2,21	a 39,56±2,23	**	NS
production(g)	283,89±127,92	416,44±100,58	493,29±121,95	NS	NS

Le tableau montre que les traitements T1, T2 et T3 ont un effet non significatif sur le nombre de feuilles par parcelle malgré l'augmentation enregistrée avec T2 et T3, soit 171,3 et 176,67 obtenu respectivement.

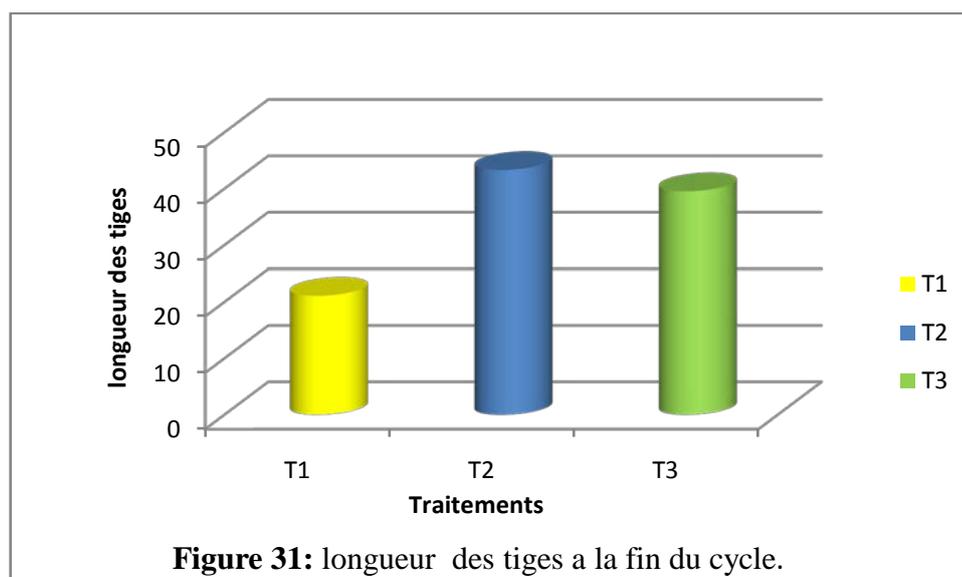


Le nombre de tiges par plant n'a pas été influencé par les traitements T1, T2 et T3, ils donnent des valeurs plus rapprochées qui varie entre 9,33 et 14,38 obtenus respectivement avec les traitements T1, T3. Le tableau montre que le nombre le plus élevé a savoir 14,38 est obtenu avec le traitement T3 et le nombre le plus faible est obtenu avec le traitement T1 soit 9,33.

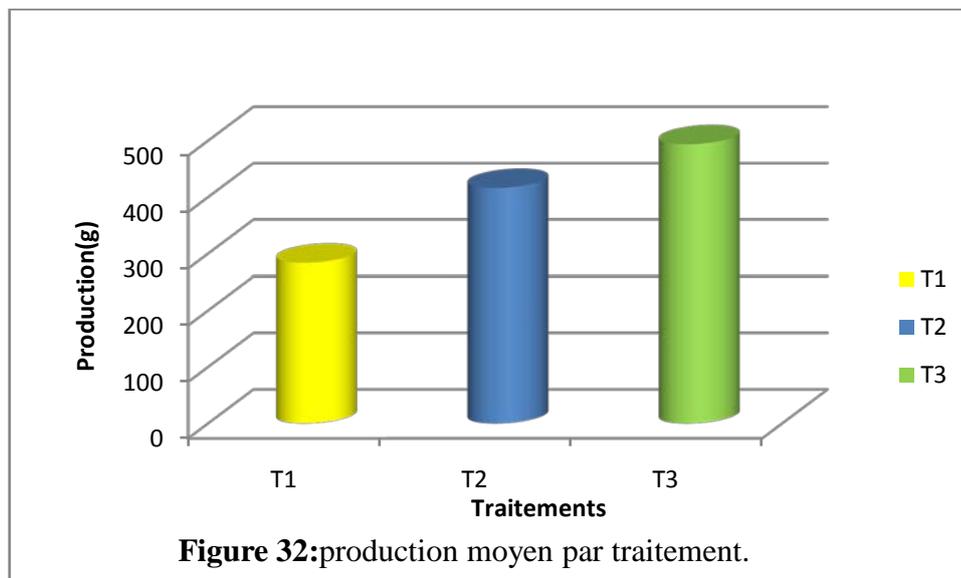


Les analyses statistiques montrent un effet hautement significatif des traitements T1, T2 et T3 sur la longueur des tiges, cette dernière se situe dans un intervalle de 21cm obtenu avec le traitement T1, à 39,56 cm obtenu avec le traitement T2, soit une augmentation de l'ordre de 46,66 %. Comme on a enregistré une longueur de 37,00 cm pour le traitement T2.

L'analyse fait ressortir un groupe homogène (a) qui est formé par les traitements T2 et T3.



Le tableau montre que les traitements T1, T2 et T3 ont un effet non significatif sur la production moyen des plants, malgré l'augmentation enregistré avec T2 soit 416,44g par apport à celui enregistré avec T1, comme on a enregistré une augmentation avec T3 (rendement le plus élevé) avec 493,89g.



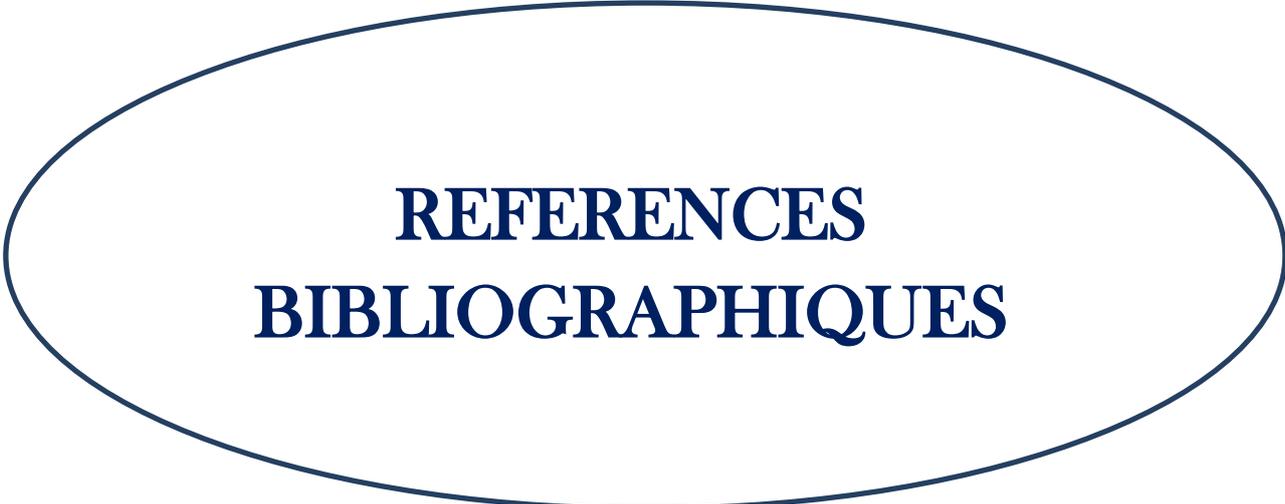


**CONCLUSION**

## **Conclusion**

A travers ce travail nous avons étudié le comportement d'une variété de pomme de terre "Spunta" en réponse à la fertilisation. L'objectif de cette étude a été axé sur l'influence des différents traitements ainsi que leurs effets combinés (Mo+Ef+Ec) sur le comportement de la plante et sur la production.

En général, la culture de la pomme de terre a réagi favorablement à l'addition des fumures, toutefois on a remarqué que l'effet de combinaison des traitements est positif sur le développement de la partie aérienne (nombre de feuilles, nombre de tiges et la hauteur de ces dernières), d'après les résultats obtenus on conclut que l'addition d'un engrais à la matière organique a eu un effet positif, même si les résultats obtenus avec les traitements T1 et T2 sont nettement rapprochés, reste à dire que l'effet de l'ajout de la fumure de couverture n'a pas une grande influence sur la partie aérienne, mais il est nettement remarquable sur la production où on a une augmentation de l'ordre de 16% par rapport au traitement T2, et une augmentation de 42% par rapport au traitement T1.



**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

- Amirouche X.** 1967 «Cultures maraichères, solanacées, pomme de terre», p 03-04 ; 30-31.
- Amrar Said, Zerdani Mohamed, Boukhelifa Allaoua, Iken Nadia,** 2005. « *La Culture de la pomme de terre : Situation actuelle et perspectives. Alger*», Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles, 26p.
- Bedin P. et Malet M.,** 1989-«*La fertilisation de la pomme de terre*». In. La pomme de terre Française, n°451, pp59-62
- Bodlaender K.B.A.,** 1963 -«*Influence of temperature, radiation and photoperiod in development and yield*». Ed. Butterworth, London, pp199-210.
- Chehat M.** 2008. « *La filière de pomme de terre Algérienne : une situation précaire*».
- Chibane A.,** 1999 - «*Techniques de production de la pomme de terre au Maroc*». Bull.
- Clarys L.,** 2005 - «*La pomme de terre de contre saison dans le Sud Est Malgache*». Inter aide, Programme Agricole MANAKARA, 3p.
- DSA Tizi ousou** ,2016.
- Hawkes J.G,** 1990. «*The potato, evolution, biodiversity and genetic resources*».
- Laumonier R.,** 1979 «*Cultures légumières et maraichères*». Ed. Baillière, tome3, pp92-105.
- MADEC et PERENNEC en 1962:** «*Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre* ». Ann. Physio. Veg pp 05-83.
- REUST W.,** 1986 : «*Essais de fumure azotée sur différentes nouvelles variétés de pommes de terre de consommation, industrielle et fourragères*». Revue suisse Agric. 18(2): 81 - 85.
- Rousselle P., Robert Y., Crosnier J.C.,** 1996. « *La pomme de terre : Production, amélioration, ennemies et maladies, utilisation*». Paris, Institut National de Recherche agronomique (France), 607 p.
- SOLTNER.,** 1979 : «*Les grandes productions végétales phytotechnie spéciale*». 10<sup>ème</sup>. Edition. 427 p.
- Sylvana Prokop,** 2008. « *Pomme de terre, nutrition et diététique. In Année internationale de la pomme de terre : un trésor enfoui. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture* ».
- Tsé Bi, T.D.**1999. «*Mesure de l'évapotranspiration réelle et des coefficients culturaux dans la culture de la pomme de terre à l'aide de lysimètre drainant* » Université Laval, Québec.

**WESTERMANN et al, 1988.** «*Nitrogen fertilizer efficiencies on potatoes*». Am. Pot J. 65: 377-386.

**WESTERMANN et al, 1994.** «*Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity*». Am Potato J 71:417-432.



# **ANNEXES**

**Annexe 01 : Production mondiale de pommes de terre, 1991-2007.**

	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Pays	millions de tonnes								
<b>Développés</b>	183,13	199,31	177,47	174,63	165,93	166,93	160,97	159,97	159,89
<b>en développement</b>	84,86	101,95	108,50	128,72	135,15	145,92	152,11	160,01	165,41
<b>MONDE</b>	267,99	301,26	285,97	303,35	301,08	312,85	313,08	319,98	325,30
Source: <a href="#">FAOSTAT</a>									

**Annexe 02 : Production de pommes de terre, par région, 2007.**

	Surface récoltée	Quantité	Rendement
	Hectares	Tonnes	tonnes/hectare
<b>Afrique</b>	1 541 498	16 706 573	10,8
<b>Asie et Océanie</b>	8 732 961	137 343 664	15,7
<b>Europe</b>	7 473 628	130 223 960	17,4
<b>Amérique latine</b>	963 766	15 682 943	16,3
<b>Amérique du Nord</b>	615 878	25 345 305	41,2
<b>MONDE</b>	<b>19 327 731</b>	<b>325 302 445</b>	<b>16,8</b>
Source: <a href="#">FAOSTAT</a>			

**Annexe 03 : Consommation de pommes de terre, par région, 2005.**

	Population	Consommation	
		Total denrées alimentaires (t)	kg/habitant
<b>Afrique</b>	904 388 000	12 571 000	13,9
<b>Asie et Océanie</b>	3 934 644 000	94 038 000	23,9
<b>Europe</b>	739 203 000	64 902 000	87,8
<b>Amérique latine</b>	562 270 000	11 639 000	20,7
<b>Amérique du Nord</b>	330 400 000	19 824 000	60,0
<b>MONDE</b>	<b>6 484 792 000</b>	<b>202 974 000</b>	<b>31,3</b>

Source: [FAOSTAT](#)

**Annexe 04 : résultats des mesures des paramètres morphologiques.**

BLOC 01

Tableau N° I : Nombre de feuilles/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	0	6	6	12	15	17
E2	2	5	18	27	37	48
E3	0	5	14	16	23	25
Σ	2	16	38	55	75	90

Tableau N°I : Nombre de feuilles /pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	2	6	13	19	29	38
E2	5	10	28	42	53	73
E3	3	9	20	32	40	48
Σ	10	25	61	93	122	159

Tableau N°I : Nombre de feuilles /pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	4	12	33	45	57	63
E2	5	12	28	51	69	79
E3	2	8	22	30	35	45
Σ	11	32	83	126	161	187

Tableau N° II : Nombre de tiges/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	0	2	2	2	2	2
E2	1	2	4	5	5	5
E3	0	2	3	3	3	3
Σ	1	6	9	10	10	10

Tableau N° II : Nombre de tiges /pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	1	2	3	3	3	3
E2	2	3	5	5	5	5
E3	1	3	4	5	5	5
Σ	4	8	12	13	13	13

Tableau N° II : Nombre de talles /pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	2	4	6	6	6	6
E2	2	4	5	6	6	6
E3	1	3	4	4	4	4
Σ	5	11	15	16	16	16

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	0	3	10	15	18	23
E2	3	5	11	15	21	27
E3	0	3	11	15	17	20
moy	1	3,67	10,67	15	18,67	23,3

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	3	8	18	26	35	43
E2	4	10	19	28	46	53
E3	3	7	17	25	32	44
moy	3,33	8,33	18	26,33	37,67	46,67

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	3	7	15	24	31	39
E2	3	7	16	23	30	38
E3	3	6	14	22	27	33
moy	3	6,66	15	23	29,33	36,67

BLOC 02

Tableau N° I : Nombre de feuilles /ped.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	2	3	5	8	10	12
E2	0	3	5	11	17	23
E3	4	6	9	13	15	18
Σ	6	12	19	32	42	53

Tableau N° I : Nombre de feuilles /ped.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	0	5	20	40	58	67
E2	5	12	25	43	65	80
E3	3	8	27	30	43	52
Σ	8	25	72	113	166	199

Tableau N° I : Nombre de feuilles /ped.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	5	6	14	34	57	61
E2	3	7	16	42	61	68
E3	2	5	13	20	26	35
Σ	10	18	43	96	144	164

Tableau N° II : Nombre de tiges/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	1	1	1	1	1	1
E2	0	1	2	3	3	3
E3	2	2	2	2	2	2
Σ	3	4	5	6	6	6

Tableau N° II : Nombre de tiges/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	0	2	4	5	6	6
E2	2	4	5	6	7	7
E3	1	3	4	4	4	4
Σ	3	9	13	15	17	17

Tableau N° II : Nombre de tiges/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	2	2	3	4	5	5
E2	1	2	3	5	5	5
E3	1	2	3	3	3	3
Σ	4	6	9	12	13	13

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	4	6	8	12	17	24
E2	0	4	6	9	13	18
E3	3	5	7	10	12	15
moy	2,33	5	7	10,33	14	19

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	0	4	10	22	31	43
E2	4	9	18	26	35	40
E3	3	8	15	24	30	38
moy	2,33	7	14,33	24	32	40,33

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	3	7	14	26	33	40
E2	4	8	16	27	37	45
E3	3	6	14	27	32	40
moy	3,33	7	14,67	26,67	34	41,67

BLOC 03

Tableau N° I : Nombre de feuilles /ped.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	3	7	22	32	48	52
E2	5	6	16	40	55	59
E3	0	3	8	21	30	36
Σ	8	16	46	93	133	147

Tableau N° I : Nombre de feuilles /ped.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	5	9	19	38	46	54
E2	0	3	11	42	62	64
E3	2	11	22	31	34	38
Σ	7	23	52	111	142	156

Tableau N° I : Nombre de feuilles /ped.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	3	10	34	53	62	68
E2	0	2	11	22	29	33
E3	2	13	22	42	69	78
Σ	5	25	67	117	160	179

Tableau N° II : Nombre de tiges/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	1	2	4	4	4	4
E2	2	2	4	5	5	5
E3	0	1	2	3	3	3
Σ	3	5	10	12	12	12

Tableau N° II : Nombre de tiges/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	2	2	3	4	4	4
E2	0	1	2	5	5	5
E3	1	2	3	3	3	3
Σ	3	5	8	12	12	12

Tableau N° II : Nombre de tiges/pied.

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	1	2	4	5	5	5
E2	0	1	3	3	3	3
E3	1	3	3	5	6	6
Σ	2	6	10	13	14	14

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	3	8	12	15	17	19
E2	3	7	16	19	21	24
E3	0	4	11	15	17	20
moy	2	6,333	13	16,33	18,33	21

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	4	9	20	29	37	45
E2	0	3	10	25	37	42
E3	4	10	22	31	38	42
moy	2,6667	7,3333	17,333	28,333	37,33333	43

Tableau N°III : Hauteurs des tiges (cm).

JAP	27	31	39	47	53	60
E1	4	11	23	32	38	44
E2	0	4	11	22	31	38
E3	3	10	21	29	34	39
moy	2,3333	8,3333	18,333	27,667	34,333	40,333

**Annexe 05 : traitements statistiques.**

Variable : Nbre feuille

**HISTOGRAMME DES RESIDUS**

```

4          33
3          32
2      23   21       22
1      12   11    31   13
    
```

EFFECTIF 2    4    1    2

BORNES    -34.11-16.111.889 19.889  
à    à    à    à  
-16.111.889 19.88937.889

MINIMUM    -34,111    MAXIMUM    37,889    INTERVALLE    18

**INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)**

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.135    PROB : 0.60862  
APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.032    PROBA : 0.48906

**RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)**

NUL

**CARTOGRAPHIE DES RESIDUS**

	1	2	3
1	Mo+EF b3	Mo+Ef+Ec b3	Mo b3
2	Mo b2	Mo+EF b2	Mo+Ef+Ec b2
3	Mo+EF b1	Mo+Ef+Ec b1	Mo b1



## ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Trait

1 (Mo)	2 (Mo+EF)	3 (Mo+Ef+Ec)
36,148	33,513	11,974

KHI2 = 1.797

PROB =0.40969

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)
11,796	35,768	33,981

KHI2 = 1.835

PROB =0.4018

## INTERACTION TRAITEMENTS\*BLOCS

SCE test de TUKEY = 3662.804 PROBA = 0.071321

## ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	17913,55	8	2239,194				
VAR.FACTEUR 1	12003,55	2	6001,777	4,665	0,09082		
VAR.BLOCS	763,555	2	381,777	0,297	0,75939		
VAR.RESIDUELLE 1	5146,445	4	1286,611			35,869	24,20%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 148.222

MOYENNES FACTEUR 1 = Trait

1 (Mo)	2 (Mo+EF)	3 (Mo+Ef+Ec)
96,667	171,333	176,667

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)
145,333	138,667	160,667

## PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : Trait

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	7,41		5%	10%	21%
10%	14,82		6%	12%	23%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		38%	63%	78%

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (Mo)	96,667	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
2 (Mo+EF)	171,333	1286,61096	4	3
3				
(Mo+Ef+Ec)	176,667			

Variable : Nbre  
Tige

### HISTOGRAMME DES RESIDUS

```

3      23      33
2      21      32      22
1      12      11      31      13

```

EFFECTIF 3 3 1 2

BORNES -2.778-1.194.389 1.972  
à à à à  
-1.194.389 1.972 3.556

MINIMUM -2,778 MAXIMUM 3,556 INTERVALLE 1,583

### INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.166 PROB : 0.56997  
APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.031 PROBA : 0.48876

### RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

### CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2	3
1	Mo+EF b3	Mo+Ef+Ec b3	Mo b3
2	Mo b2	Mo+EF b2	Mo+Ef+Ec b2
3	Mo+EF b1	Mo+Ef+Ec b1	Mo b1



## ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Trait

1 (Mo)	2 (Mo+EF)	3 (Mo+Ef+Ec)
2,674	3,097	1,072

KHI2 = 1.621

PROB =0.44808

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)
1,347	3,238	2,365

KHI2 = 1.129

PROB =0.57441

## INTERACTION TRAITEMENTS\*BLOCS

SCE test de TUKEY = 9.295 PROBA = 0.381961

## ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	84,222	8	10,528				
VAR.FACTEUR 1	46,889	2	23,444	2,621	0,18733		
VAR.BLOCS	1,556	2	0,778	0,087	0,91792		
VAR.RESIDUELLE 1	35,778	4	8,944			2,991	23,82%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 12.556

MOYENNES FACTEUR 1 = Trait

1 (Mo)	2 (Mo+EF)	3 (Mo+Ef+Ec)
9,333	14	14,333

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)
13	12	12,667

## PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : Trait

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,63		5%	10%	21%
10%	1,26		6%	12%	23%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		25%	39%	67%

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (Mo)	9,333	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
2 (Mo+Ef)	14	8,94400024	4	3
3				
(Mo+Ef+Ec)	14,333			

Variable : Taille

## HISTOGRAMME DES RESIDUS

3	31	32	33
2	23	21	22
1	12	13	11

EFFECTIF 3 0 3 3

BORNES -3.204-1.771-.338 1.096  
à à à à  
-1.771-.338 1.096 2.529

MINIMUM -3,204 MAXIMUM 2,529 INTERVALLE 1,433

## INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.15 PROB : 0.58967

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.616 PROBA : 0.3229

## RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

## CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2	3
1	Mo+EF b3	Mo+Ef+Ec b3	Mo b3
2	Mo b2	Mo+EF b2	Mo+Ef+Ec b2
3	Mo+EF b1	Mo+Ef+Ec b1	Mo b1



## ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Trait

1 (Mo)	2 (Mo+EF)	3 (Mo+Ef+Ec)
2,926	2,21	2,231

KHI2 = 0.174

PROB =0.91601

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)
2,543	2,838	1,975

KHI2 = 0.214

PROB =0.89844

## INTERACTION TRAITEMENTS\*BLOCS

SCE test de TUKEY = 16.483 PROBA = 0.216788

## ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	642,632	8	80,329				
VAR.FACTEUR 1	599,995	2	299,998	32,565	0,00488		
VAR.BLOCS	5,788	2	2,894	0,314	0,74818		
VAR.RESIDUELLE 1	36,849	4	9,212			3,035	9,32%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 32.552

MOYENNES FACTEUR 1 = Trait

1 (Mo)	2 (Mo+EF)	3 (Mo+Ef+Ec)
21,1	37	39,557

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)
32,223	33,657	31,777

## PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : Trait

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	1,63		7%	13%	25%
10%	3,26		12%	21%	36%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		91%	96%	98%

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Trait

NOMBRE DE MOYENNES	2	3
VALEURS DES PPAS	6,881	8,826

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Mo+Ef+Ec	39,557	A	
2.0	Mo+EF	37	A	
1.0	Mo	21,1		B

Données pour des regroupements d'essais

		Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (Mo)	21,1			
2 (Mo+EF)	37	9,21199989	4	3
3				
(Mo+Ef+Ec)	39,557			