

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ecole Nationale Supérieure Agronomique -El Harrach- Alger
المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية -الحراش- الجزائر

Mémoire
En vue d'obtention du diplôme de
Magister en sciences agronomiques

Option : Sciences et Techniques
de Production Végétale

Thème

**Essai d'optimisation de quelques facteurs influençant la
production de semences de pomme de terre**

Présenté par : **OULD-KIAR Redha**

Devant le Jury :

Président : **Mr. BOUTEKRABT A.** : Pr. - Université de Blida.
Directeur de la thèse : **Mr. KHELIFI L.** : Pr. - ENSA.
Co-directeur de la thèse : **Mr. HAMMACHE M.** : CC - ENSA.

Examineurs : **Mr. REGUIEG L.** : MC - ENSA.
Mme. MEKLIICHE L. : MC - ENSA.

Année universitaire 2009/2010

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont apporté leur aide.

Mes plus vifs remerciements vont à Monsieur **KHELIFI L.** Directeur de thèse, qui a bien voulu m'encadrer, me conseiller, me suivre dans la réalisation de cette thèse et surtout durant la période critique de rédaction. Merci encore une fois.

A Monsieur **HAMMACHE M.**, co-directeur de thèse, j'adresse mes sincères remerciements pour ses encouragements et son soutien technique et morale.

Mes sincères remerciement à Monsieur **BOUTEKRABT A.** président de Jury et enseignant à l'université de Blida, pour son accord de présider mon Jury.

Je tiens à remercier Madame **MEKLIICHE L.**, pour ses orientations durant l'année théorique et pour son accord d'être membre dans mon Jury.

Mes vifs remerciements à Monsieur **REGUIEG L.**, membre de jury pour ses orientations et sa compréhension durant l'année théorique et pendant la préparation de cette thèse.

Je tiens encore, à remercier le personnel de la Société Agro Développement qui m'ont considéré comme un membre de leur groupe.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents,

A mes frères et sœurs,

A mes enseignants surtout mon promoteur,

A mes amis ...,

A toute l'équipe de SAGRODEV.

Liste des abréviations

* : Effet significatif,
** : Effet hautement significatif,
*** : Effet très hautement significatif,
CIP : Centre international de la pomme de terre,
CNCC : Centre Nationale de Contrôle et de certification,
CNDP : Centre national de documentation pédagogique,
ddl : Degré de liberté,
FAO : Food and Agricultural Organization,
G : Génération,
ENSA : Ecole National Agronomique, ex-INA,
ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielle,
MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural,
NS : Non significatif,
P : Probabilité,
PPDS : Plus Petite Différence Significative,
SAGRODEV : Société Agro Développement,
T : Traitement.
Elboura : Laboratoire marocain de multiplication de semences.
\$US : Dollars américain,
IYP : International year of potato,
SAP : Semaine après plantation,
MS : Matière sèche,
Ø : Diametre,
FF : Fumure de fond,
P : Phosphore,
K : Potassium,
N : Azote,
Kg : Kilogramme,
F : Fisher,
% : Pour cent
‰ : Pour mille
°C : Degré celcius,
MF : Matière fraîche,
JAP : Jours après lantation,
mm : millimetre,
< : Inférieur,
> : Supérieur,
ha : hectare,
ppm : partie par million,
G.I.T.E.P : Groupe d'intérêt technique et économique de la pomme de terre

Liste des figures

	<i>Page</i>
Figure 1 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre et cycle végétatif	4
Figure 2 : Zones potentielles de multiplication de semences en Algérie	6
Figure 3 : Stades de développement de la pomme de terre	10
Figure 4 : Phases d'incubation du tubercule et courbes de croissance	12
Figure 5 : Appareil de FENWIK et la technique d'extraction des kystes	23
Figure 6 : Dispositif expérimental sur le terrain	24
Figure 7 : Protocole expérimental basé sur l'utilisation des engrais locaux ainsi que des engrais importés de type hydrosoluble	27
Figure 8 : Appareil Humidimètre à rayons infrarouges à affichage digital	31
Figure 9 : Evolution du taux de levée en fonction du temps (JAP) et des variétés	33
Figure 10 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Mondial	35
Figure 11 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche (partie aérienne) de la variété Mondial	35
Figure 12 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Mondial	37
Figure 13 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Mondial	39
Figure 14 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche tubercules de la variété Mondial (130 JAP)	40
Figure 15 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Mondial	42
Figure 16 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Désirée	44
Figure 17 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche de la partie aérienne de la variété Désirée	44
Figure 18 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Désirée	46
Figure 19 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Désirée	48
Figure 20 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche des tubercules de la variété Désirée	49
Figure 21 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Désirée	51
Figure 22 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Diamant	53
Figure 23 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de matière sèche biomasse de la variété Diamant	53
Figure 24 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Diamant	55
Figure 25 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Diamant	57
Figure 26 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de matière sèche tubercule de la variété Diamant	58
Figure 27 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Diamant	60

Figure 28 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Nicola	62
Figure 29 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche (partie aérienne) de la variété Nicola	62
Figure 30 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Nicola	64
Figure 31 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Nicola	66
Figure 32 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche tubercule de la variété Nicola	67
Figure 33 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Nicola	69

Liste des tableaux

	<i>Page</i>
Tableau 1 : Taxonomie et phylogénie	4
Tableau 2 : Production de pomme de terre en Afrique	5
Tableau 3 : Production en semences de pomme de terre dans le monde en tonnes en comparaison avec la pomme de terre de consommation	6
Tableau 4 : Importations et productions de semences de pomme de terre en Algérie	7
Tableau 5 : Influence spécifique des éléments nutritifs sur la qualité des tubercules	17
Tableau 6 : Caractéristiques des variétés utilisées	21
Tableau 7 : Protocole expérimental : Programme de fertilisation en fonction des dates d'épandages et des doses d'engrais pour les engrais locaux (SAGRODEV)	25
Tableau 8 : Protocole expérimental : Programme de fertilisation en fonction des dates d'épandages et des doses d'engrais pour les engrais importés (hydrosoluble)	25
Tableau 9 : Evaluation du prix unitaire des engrais	28
Tableau 10 : Prix de revient de chaque traitement appliqué	29
Tableau 11 : Calendrier des irrigations et des traitements phytosanitaires	29
Tableau 12 : Récapitulatif des meilleurs traitements des 4 variétés	70

SOMMAIRE

	<i>Page</i>
INTRODUCTION	1
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Données générales sur la pomme de terre	3
1.1. <i>Taxonomie et phylogénie</i>	4
1.2. <i>Valeur nutritionnelle de la pomme de terre</i>	5
1.3. <i>Statistiques</i>	5
a) <i>Principaux producteurs</i>	6
b) <i>Importance de la pomme de terre en Algérie</i>	6
2. Schéma actuel de production de semences de pomme de terre en Algérie	7
2.1. <i>Règles de culture</i>	8
2.2. <i>Reproduction et stades de développement</i>	9
2.3. <i>Exigences de la plante en âge physiologique</i>	10
2.4. <i>Exigences en prégermination</i>	13
2.5. <i>Exigences en calibre des tubercules</i>	13
2.6. <i>Nombre de tubercules</i>	13
2.7. <i>Soins culturaux</i>	14
a) <i>Plantation</i>	14
b) <i>Préparation du sol</i>	14
c) <i>Irrigation</i>	14
d) <i>Désherbage</i>	15
e) <i>Densité de plantation</i>	15
f) <i>Défanage</i>	16
g) <i>Récolte</i>	16
h) <i>Entreposage</i>	16
2.8. <i>Exigences en sol</i>	16
2.9. <i>Exigences en éléments nutritifs</i>	17
MATERIEL ET METHODES	
1. Choix du matériel végétal	21
2. Conditions expérimentales	22
2.1. <i>Analyses du sol</i>	22
2.2. <i>Analyse nématologique</i>	22
2.3. <i>Dispositif expérimental sur le terrain</i>	23
3. Conduite de la culture en plein champ	28
3.1. <i>Paramètres culturaux</i>	29
3.2. <i>Paramètres étudiés</i>	30
a) <i>Couverture du sol (la biomasse)</i>	30
b) <i>Matière sèche de la partie aérienne</i>	30
c) <i>Nombre de tubercules par plante</i>	30
d) <i>Calibre des tubercules</i>	30
e) <i>Matière sèche des tubercules</i>	30
f) <i>Rendements estimés</i>	31
3.3. <i>Analyse statistique des données</i>	31

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

I. Analyse du sol	32
II. Nématodes	33
III. Levée des variétés étudiées	33
IV. Effet du mode de fertilisation sur les caractères biométriques	34
IV.1. Variété MONDIAL	34
1. <i>Couverture du sol</i>	34
2. <i>Matière sèche (Partie aérienne)</i>	34
3. <i>Nombre de tubercules</i>	36
4. <i>Calibre de tubercules</i>	38
5. <i>Matière sèche (Tubercules)</i>	40
6. <i>Rendements estimés</i>	41
IV.2. Variété DESIREE	43
1. <i>Couverture du sol</i>	43
2. <i>Matière sèche (Partie aérienne)</i>	43
3. <i>Nombre de tubercules</i>	45
4. <i>Calibre de tubercules</i>	47
5. <i>Matière sèche (Tubercules)</i>	49
6. <i>Rendements estimés</i>	50
IV.3. Variété NICOLA	52
1. <i>Couverture du sol</i>	52
2. <i>Matière sèche (Partie aérienne)</i>	52
3. <i>Nombre de tubercules</i>	54
4. <i>Calibre de tubercules</i>	56
5. <i>Matière sèche (Tubercules)</i>	58
6. <i>Rendements estimés</i>	59
IV.4. Variété DIAMANT	61
1. <i>Couverture du sol</i>	61
2. <i>Matière sèche (Partie aérienne)</i>	61
3. <i>Nombre de tubercules</i>	63
4. <i>Calibre de tubercules</i>	65
5. <i>Matière sèche (Tubercules)</i>	67
6. <i>Rendements estimés</i>	68
IV.5. Comparaison des 4 variétés	70
CONCLUSION	75
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	77
ANNEXES	75

Introduction

La pomme de terre est l'une des plus importantes et populaires cultures à travers le monde (Kashyap et Panda, 2003). Elle est cultivée dans plus de 100 pays, la pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde et la production mondiale a atteint le chiffre record de 320 millions de tonnes en 2007 (FAO, 2008).

La production de pomme de terre dans les pays en développement est en expansion depuis la fin des années 1990 avec une augmentation de 4,5% de la production annuelle de tubercules et de 2,4% de la superficie emblavée. Plusieurs facteurs influencent la croissance future de la production de la pomme de terre. L'escalade du coût de l'énergie et le manque d'eau pourrait influencer les décisions quant aux superficies irriguées à mettre en culture (Thibault, 2003).

L'accroissement de la productivité qu'a connu l'agriculture mondiale au cours du dernier demi siècle, est sans doute le résultat de l'amélioration génétique et des techniques de production. Par ailleurs, la culture de méristèmes et la micropropagation ont permis de réaliser un très grands progrès dans la régénération des plantes touchées par la contamination virale notamment chez les plantes à multiplication végétative comme la pomme de terre.

Face à une population en pleine croissance et des conditions économiques et climatiques instables, l'Algérie connaît de grandes difficultés pour assurer une autosuffisance en semences de pomme de terre. Cette situation se traduit par une véritable dépendance vis-à-vis des pays producteurs. En outre, l'importation de la semence peut avoir des répercussions désastreuses du point de vue sanitaire par l'introduction de diverses maladies à travers les tubercules, car jusqu'à présent il ne nous est pas possible d'effectuer un contrôle phytosanitaire rigoureux aux frontières.

Pour pallier à ce problème l'Algérie a initié, avec la collaboration canadienne, depuis les années 1980 un centre pour produire et multiplier localement la semence de pomme de terre. Malheureusement, ce centre n'a démarré ses activités qu'en 1999, date à laquelle il a été érigé en Société autonome (SAGRODEV). Les premières générations de plants produits ont montré une insuffisance dans la maîtrise de l'itinéraire technique lors de la culture de plein champ (notamment la fertilisation : nature, date et dose) se traduisant le plus souvent par la production de certains calibres non adaptés à la multiplication de semences (LAHMISSI, 2004 et OUALHA, 2005)

La présente étude a pour objectif principal d'améliorer quantitativement (tonnage par hectare) et qualitativement (calibre et qualité sanitaire par le raccourcissement du cycle) la production de ces semences de pomme de terre. Elle porte sur l'étude de quelques facteurs influençant la production de ces semences. Pour cela, quatre variétés (Mondial, Désirée, Nicola et Diamant) ont été utilisées pour appliquer les différents modes de fertilisation en comparaison avec celui de la SAGRODEV (pris comme témoin).

Ainsi, l'objectif de notre expérimentation est de maîtriser l'influence de la fertilisation sur la multiplication de semences de pomme de terre produites localement, diminution des calibres, augmentation du nombre de tubercules fils et raccourcissement du cycle végétatif pour limiter les risques pathologiques.

La production de semences de pomme de terre au niveau national devient un défi

pour éviter tous les inconvénients d'une semence importée. Surtout que, notre pays dispose des facteurs nécessaires pour produire la semence de pomme de terre pour satisfaire une bonne partie du besoin national.

Le but secondaire, est de fournir des éléments pratiques au profit des multiplicateurs par la maîtrise des effets des techniques culturales (Irrigation, binage buttage, correction du sol ...etc.) sur la multiplication de semences de pomme de terre.

Référence bibliographique

1. Données générales sur la culture de la pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), appartient à la famille des Solanacées et en est la plus importante sur le plan alimentaire et économique (Kotchi, 2004).

La pomme de terre est originaire de l'Amérique du Sud, des hauts plateaux de la cordillère des Andes (Haweks, 1990). Elle a été introduite en Europe, d'abord en Espagne en 1657, puis un peu plus tard en Irlande. Elle s'est ensuite répandue à l'occasion des guerres et des famines, à travers toute l'Europe pour gagner au fur et à mesure, le reste du monde (Ducreux *et al.*, 1986). Il n'est plus convenable de produire des pommes de terre sans en déterminer au préalable la destination. Les multiplicateurs doivent maintenant se plier aux stricts critères de qualité fixés par l'utilisateur final. C'est pourquoi l'ensemble de l'itinéraire technique, depuis le choix des variétés, la densité de plantation et les autres pratiques culturales jusqu'à l'arrachage et le stockage, est conçu pour fournir un produit dont la qualité correspond à la demande du marché. C'est ce qu'on appelle la traçabilité.

Quant à la production de plants, le rendement et la qualité des cultures dépendent en grande partie de l'état sanitaire des semences. Pour que les agriculteurs soient certains de la qualité des plants qu'ils achètent, la production de semences est contrôlée à l'aide d'un « système de classification des semences » (CNCC, 2001).

Le multiplicateur de pomme de terre cherche à avoir des tubercules de qualité sanitaire élevée, avec un nombre de tubercules maximal, correspondant aux besoins qualitatifs du marché (calibre acceptable). Le résultat visé dépend de nombreux facteurs. Alors que certains d'entre eux échappent à la maîtrise de l'agriculteur (la température et la durée d'ensoleillement), d'autres peuvent être modifiés et contrôlés afin que les pommes de terre répondent exactement aux besoins du marché.

La production de plants de pomme de terre nécessite une parfaite maîtrise de l'itinéraire technique. Il s'agit de produire par voie végétative des tubercules ne déviant d'aucune manière des caractères d'origine de la variété et comportant un minimum d'infection phytopathogènes. La difficulté réside dans la capacité naturelle des tubercules à accumuler et à transmettre à la génération suivante ses infections d'origines virale, bactérienne ou fongique et ainsi affecter progressivement la qualité des plants produits.

Afin de contrecarrer la dégénérescence, la technique de base consiste en l'injection régulière dans les systèmes de production de matériel végétal dépourvu d'infections, c'est-à-dire des tubercules de semence de haute qualité sanitaire (Rolot *et al.*, 2002).

En Algérie, la culture de la pomme de terre de saison s'effectue chaque année depuis le mois d'avril jusqu'au mois de juillet pour les variétés précoces et en automne pour les variétés tardives. Ainsi, la production de pomme de terre peut être pratiquée presque durant toute l'année. Habituellement, la propagation s'effectue en plantant le tubercule ou une section du tubercule portant au moins un bourgeon non développé (œil trapu). La pomme de terre est classée en fonction de sa précocité, de la texture de sa chair et de sa couleur (Larousse agricole, 1990). La pomme de terre jaune étant préférée par les algériens.

Vu l'importance de la filière pomme de terre et pour satisfaire au moins nos besoins de consommation, le ministère de l'agriculture a entamé un véritable programme de production

de semences de qualité, car tout tubercule malade venu de l'extérieure a la potentialité d'infecter toute la production nationale.

1.1. Taxonomie et phylogénie

La pomme de terre est une plante vivace, herbacée, avec des fleurs gamopétales, appartenant à la taxonomie résumée dans le tableau 1. Les caractéristiques morphologiques et le cycle végétatif de la culture sont illustrés dans la figure 1 :

Tableau 1 : Taxonomie et phylogénie (Benreghioua *et al.*, 1995).

Embranchement	Spermaphytes
S/Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotyledones
S/Classe	Gamopétales
Ordre	Polemoneales
Famille	Solanacees
Genre	Solanum
Espèce	<i>Solanum Tuberosum</i>

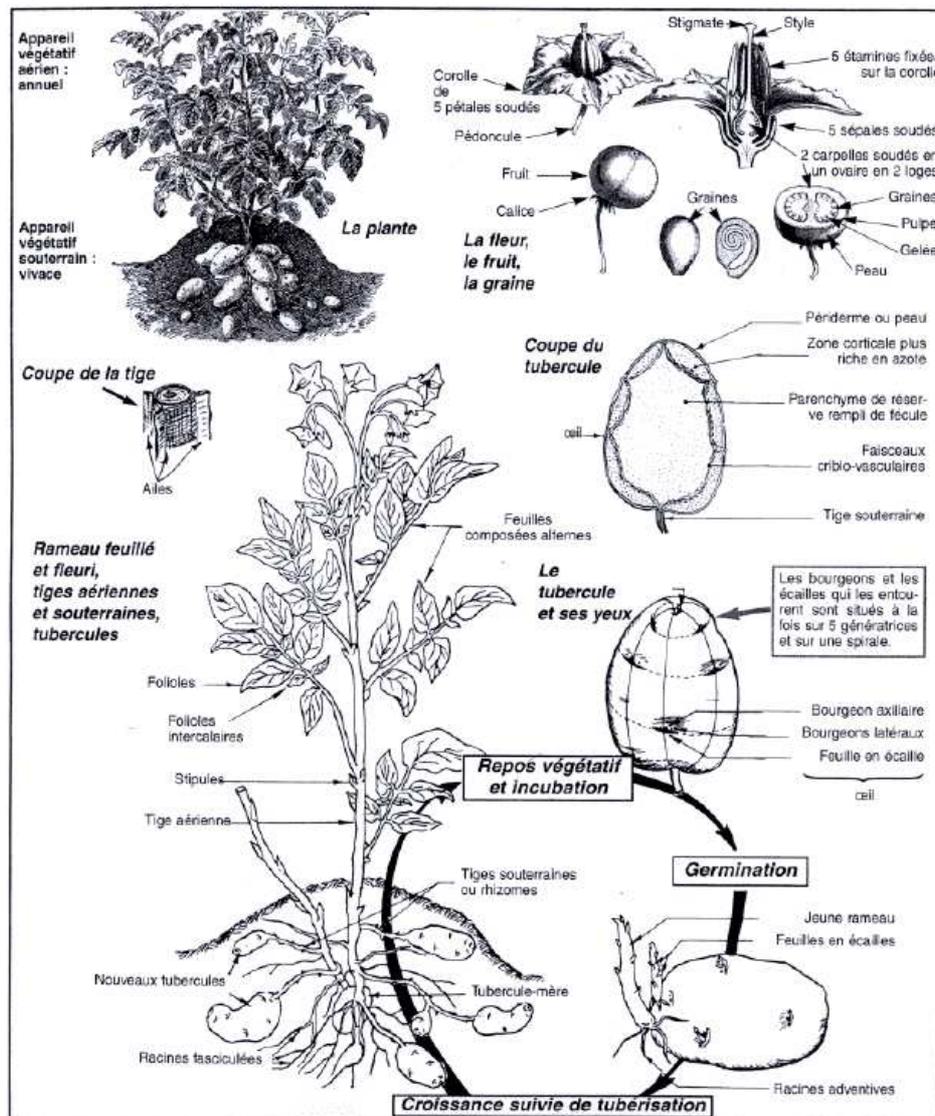


Figure 1 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre et cycle végétatif (Soltner, 1998)

1.2. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre

Les pommes de terre fraîchement déterrées contiennent 78 % d'eau, 18% d'amidon, 2,2% de protides, 1 % de sels minéraux et 0,1 % de lipides. En outre, elles contiennent 15 mg/kg de calcium, 30 mg/kg de magnésium, 50 mg/kg de potassium, 1,5 mg/kg de vitamine PP, 4 à 5 mg/kg de vitamine C. Elle est pauvre en Ca mais riche en K et en vitamine C (Larousse agricole, 1990). La pomme de terre apporte 80 kcal/100 g, alors que le pain en rapporte 240 kcal/100 g. (Larousse Memo., 1990).

1.3. Statistiques

La pomme de terre peut être cultivée sous des climats variés, elle possède une forte potentialité de production pouvant atteindre en conditions favorables et en moins de 5 mois, 40 à 50 t/ha (Rousselle *et al.*, 1992).

D'après les données du CIP et FAO, la culture de la pomme de terre occupe dans le monde 19,2 millions d'hectares pour une production de 320 millions de tonnes. Certains rendements peu élevés (en Afrique, Amérique du Sud et Asie du Sud Est) s'expliquent par les conditions agro-climatiques peu favorables, ainsi que le faible niveau de maîtrise de la culture (tableau 2).

Après que *Solanum tuberosum* fut introduite en Algérie au milieu du XIX^{ème} siècle, l'essentiel de la production était expédiée en France. En 1962, lorsque le pays acquit son indépendance, il produisait 250 000 tonnes par an et en exportait environ le tiers.

Depuis, la pomme de terre est devenue une des principales cultures destinées à la consommation domestique et en 2006 la production a atteint le chiffre record de 2,18 millions de tonnes. La superficie cultivée est de 90 000 ha, et la pomme de terre peut être plantée et récoltée dans n'importe quelle région, à pratiquement n'importe quel mois de l'année.

Tableau 2 : Production de pomme de terre en Afrique (FAOSTAT, 2007).

<i>Pays</i>	<i>Surface récoltée ha</i>	<i>Quantité t</i>	<i>Rendement t/ha</i>
Afrique	1 541 498	16 706 573	10,8
Algérie	90 000	1 900 000	21,1
Maroc	60 000	1 450 000	24.2
Afrique du sud	58 000	1 972 391	34.0
Egypte	105 000	2 600 000	24.8

La pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré propice à sa culture tout au long de l'année. On en trouve aussi sur les montagnes et les vallées entre la côte et les monts de l'Atlas ainsi que sur les hauts plateaux. La consommation annuelle, qui était de 35 kg/par habitant/par an en 1990, est passée à 57 kg/par habitant/par an en 2005 (FAOSTAT, 2007).

Dans de nombreux pays, la consommation oscille entre 60 et 103 kg/habitant/an. En Algérie, la consommation moyenne en pomme de terre est de 60 kg/habitant/an (MADR, 2006).

Selon une étude du centre mondial de l'information agricole (FAO, 2007), dans les pays en voie de développement, la consommation par habitant est inférieure à 10 kg en 1963

et 22 kg en 2003. Elle reste encore nettement inférieure à celle de l'Europe avec 93 kg/an. Tout semble indiquer que la pomme de terre continuera à enregistrer une forte hausse à l'avenir. Ce qui impose avec acquiescement la nécessité d'une maîtrise de la distribution et des prix de semences.

a) *Principaux producteurs* : Les principaux producteurs de pomme de terre dans le monde sont mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Production en semences de pomme de terre dans le monde en tonnes en comparaison avec la pomme de terre de consommation (FAOSTAT, 2005).

<i>Pays</i>	<i>Pro. semences</i>	<i>Pro. consomm.</i>
Production mondiale	36 495 436	321 060 852
Ukraine	5 000 000	19 480 000
Chine	2 901 350	73 036 500
Inde	2 240 000	25 000 000
Pologne	1 900 000	11 009 392
<i>Production en Afrique</i>	1 451 771	15 398 900
Etats-Unis	1 100 000	19 111 030
Allemagne	660 000	11 157 500

L'Afrique produit environ 3,97 % par rapport à la production mondiale en semences de pomme de terre. La Chine est le premier producteur mondial de pommes de terre (72 millions de tonnes en 2007) (FAOSTAT, 2008).

b) *Importance de la pomme de terre en Algérie* : Les régions favorables à la production de plants sont celles qui remplissent les conditions écologiques nécessaires au maintien d'un bon état sanitaire. La figure 2 montre les différentes régions potentielles pour la production de semences de pomme de terre.



Figure 2 : Zones potentielles de multiplication de semences en Algérie (I.T.C.M.I, 2001)

La culture de la pomme de terre en Algérie est particulièrement intéressante en raison de son potentiel de production, cycle relativement court et possibilité de culture pratiquement pendant toute l'année (plaines, montagnes –hauts plateaux–). Ainsi, trois principales cultures sont pratiquées dans l'année : culture d'hiver (précoce), culture de printemps (saison), culture

d'automne (arrière saison). Pour la production de plants de pomme de terre, l'Algérie reste encore dépendante des importations comme le montre le tableau 4 :

Tableau 4 : Importations et productions de semences de pomme de terre en Algérie (C.N.C.C 2006).

Campagnes	Quantités Importées (T)	Production Nationale (T)	Superficies Réalisées (Ha)
1998/1999	76 364	36 226	2 899
1999/2000	142 708	58 096	3 658
2000/2001	80 745	44 250	3 226
2001/2002	100 805	90 825	4 602
2002/2003	116 000	108 000	6 774

Le rendement reste toujours faible, atteignant parfois des seuils critiques (6,38 t/ha en 1983/84). Ceci peut être expliqué (DSA, 2004) d'une part, par le fait que l'itinéraire technique de la culture n'est pas toujours respecté, et d'autre part, par des conditions économiques difficiles du pays (CNDP, 1994).

Les besoins nationaux en semences sont pour le moment loin d'être satisfaits, et ce, malgré les mesures prises par l'état à savoir l'augmentation de l'importation en matière de matériel végétal, l'intensification des programmes de vulgarisation et la formation du personnel qualifié. Le pays reste pour le moment tributaire de l'étranger.

L'Algérie est l'un des pays du Maghreb qui possède des potentialités agro-climatiques qui lui permettent de cultiver la pomme de terre pratiquement durant toute l'année. Mais en dépit de ces conditions climatiques favorables et des sols les plus variés, l'Algérie importe 120 000 tonnes de semence (SODEA, 2007). Les importations en semence de pomme de terre en provenance de l'union Européenne sont évaluées à 33 555 tonnes en 2007 pour une valeur de 24.745.406 \$US.

2. Schéma actuel de production de semences de pomme de terre en Algérie

La semence de pomme de terre utilisée par le producteur algérien obéit à la réglementation en vigueur. Elle doit être certifiée quelle que soit son origine (étrangère ou algérienne). Par le biais du recyclage, certains agriculteurs, produisent également des semences, mais non certifiées. Une intense importation de semences s'effectue entre les mois de décembre et février pour la culture de pleine saison en Algérie. Actuellement, la production de semences consiste à multiplier la Super-élite d'origine étrangère en Elite et l'Elite en classe A.

Ainsi, de nombreux agriculteurs utilisent la semence importée, ce qui expose les multiplicateurs a de nombreuses contraintes :

- Impossibilité de disposer de la semence pendant certaines périodes de l'année.
- Indisponibilité de semences certifiées pour les cultures d'arrière saison et de primeur, car elle n'est pas disponible sur les marchés internationaux.
- Pour la culture d'automne, nos agriculteurs utilisent des tubercules gardés de la culture précédente (hiver ou printemps) soit au froid soit à la température ambiante et plantés entre le mois d'août et octobre. L'état sanitaire et physiologique de ces tubercules est en général médiocre. Ces tubercules ne sont pas aptes à être utilisés comme semences, par conséquence, les rendements qui en résultent sont très faibles, et les pommes de terre produites de mauvaise qualité.

- Il y a également la probabilité d'importer avec la semence des maladies et des ravageurs jusqu'alors inconnus dans nombreux pays. L'existence de certaines maladies de quarantaine dans les pays fournisseurs de la semence de pomme de terre représente un danger réel en cas d'introduction en Algérie. L'exemple de *Ralstonia solanacearum* (*Pseudomonas solanacearum*) aurait des conséquences néfastes sur l'avenir de la culture de pomme de terre. En février 1998, 18 000 tonnes de pomme de terre en provenance d'Egypte ont été refusées d'entrer en Europe à cause de cette bactérie (Elboura, 2004).

2.1. Règles de culture

En Algérie les règles de culture de la pomme de terre destinées à la production de semences sont définies par le CNCC (2001) selon les points suivants :

a/ Etat sanitaire : Le champ de production doit être exempté de parasites graves, comme les nématodes nuisibles en particulier, *Globodera* (ou *Hétérodera*) et *Pallida*.

b/ Superficie minimale : La superficie minimale d'une parcelle de multiplication présentée au contrôle ne peut être inférieure à :

- 50 ares pour la production Super Elite (SE) ;
- 1 ha pour les productions de classe Elite (E), classe A et classe B.

c/ Nombre de variétés à multiplier : Pour les plants de base et certifiés, il n'est autorisé que la multiplication d'une seule variété de même couleur par agriculteur/multiplicateur (CNCC, 2001).

d/ Isolement : La réglementation algérienne stipule (CNCC, 2001) :

- Les parcelles destinées à accueillir le matériel de pré-base, d'une ou plusieurs variétés doivent être isolées d'au moins 50m de toute autre culture de pomme de terre.
- Les parcelles destinées à la production de plants de base sont isolées d'au moins 10 m de toute autre culture de pomme de terre.
- Les parcelles destinées à la production de plants certifiés sont isolées d'au moins 10m de toute autre culture de pomme de terre de consommation.
- Les parcelles de multiplication de variétés différentes sont séparées entre elles par au moins 2 rangs vides.
- Lorsque la présence de repousses est constatée dans l'intervalle de séparation, celles-ci sont considérées comme non isolées.

Dans le cas où la parcelle de production de plants de base ou de plants certifiés sont voisines d'une autre parcelle qui, au cours de la végétation présente des dangers de contamination, cette dernière devra être épurée sur une bande contiguë d'une largeur minimale de 10 m.

e/ Rotation : La rotation des cultures est une condition obligatoire. Sauf cas exceptionnel, la règle minimum est :

- D'une année sur deux pour les classes E, A et B ;
- De trois ans pour les classes SE.

f/ Pancartage : Les cultures sont signalées, dès le début de la végétation, par une pancarte mentionnant le nom de l'établissement producteur, le nom de l'agriculteur–multiplicateur, le nom de la variété et le numéro d'identification de la parcelle de multiplication.

g/ Epuration variétale et sanitaire : L'épuration est obligatoire depuis le début de la végétation jusqu'au début de jaunissement des feuilles (début maturité). Elle consiste en l'arrachage des pieds étrangers et non conformes à la variété, des pieds chétifs, des repousses et des pieds atteints de maladies à virus dès l'apparition des symptômes, des pieds atteints de jambe noire, de rhizoctone grave et de verticilliose. L'arrachage doit être complet et aucun tubercule ne doit rester en terre. Les fanes, comme les tubercules, sont obligatoirement évacués du champ et détruits.

h/ Etat cultural : La parcelle de multiplication doit être convenablement conduite (préparation du sol, buttage, fertilisation, traitements ...). Les disponibilités de ressources hydriques et les possibilités d'irrigation doivent constituer un critère déterminant dans le choix des multiplicateurs et des parcelles de multiplication. L'état cultural de la parcelle de multiplication doit permettre d'assurer correctement les notations. Le mauvais état cultural d'un champ, notamment présence de mauvaises herbes, attaques de mildiou, d'alternariose, d'insectes, peut entraîner le refus ou le déclassement.

i/ Défanage : Le défanage peut être prescrit par le CNCC qui déterminera les dates limites par zone de production.

2.2. Reproduction et stades de développement :

La pomme de terre peut être reproduite par graine (True Potato Seed = vraie graine) ou par multiplication végétative. La reproduction par graine est très peu pratiquée dans le milieu agricole algérien. 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 ou de développement de la pomme de terre est très court (trois à quatre mois). Il peut être divisé en plusieurs stades conditionnés par des facteurs génétiques et environnementaux. La figure 3 illustre plusieurs étapes importantes dans le cycle de développement de la pomme de terre. Ces stades sont énumérés de façon détaillée ci-dessous : germination et émergence de la plantule, développement des feuilles (30 à 40 jours après l'émergence (JAE)), formation des tubercules et émergence de l'inflorescence (50 à 60 JAE), floraison et développement des tubercules (60 à 80 JAE), développement des fruits et poursuite du développement des tubercules (70 à 90 JAE), sénescence des feuilles et arrêt de développement des tubercules (85 à 130 JAE).

La formation du tubercule est optimale lorsque la température est inférieure à 18°C et que les jours sont courts (12 h). Au contraire, le développement de l'appareil végétatif est favorisé par des températures élevées (> 25°C) et des jours longs (entre 14 h et 18 h). Le plant de pomme de terre est caractérisé par un système racinaire superficiel sensible aux températures élevées (Kotchi, 2004).

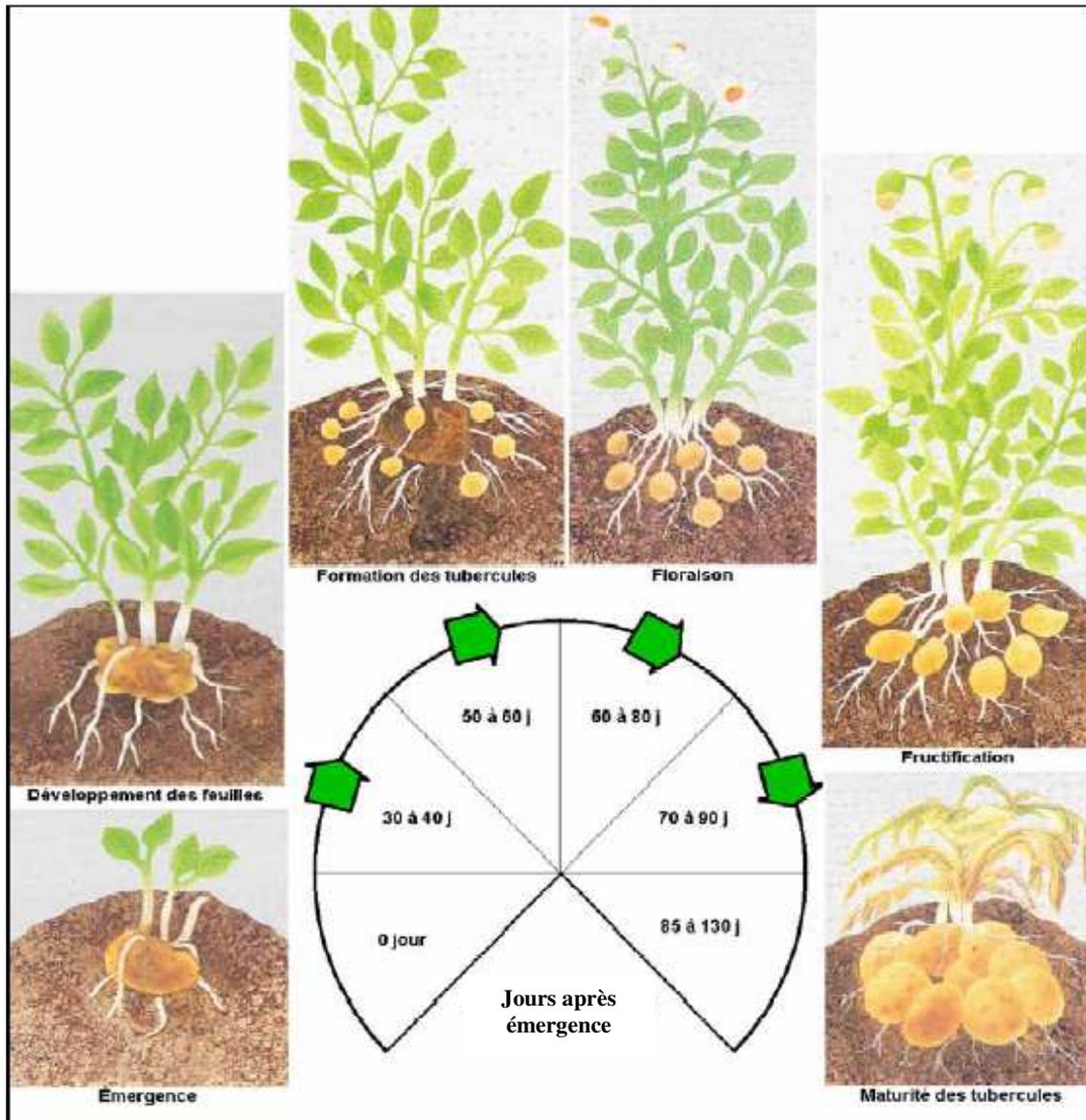


Figure 3 : Stades de développement de la pomme de terre (Soltner, 1998)

2.3. Exigences de la plante en âge physiologique

Le tubercule de pomme de terre subit au cours de sa période de conservation une évolution biochimique qui exerce une influence sur le processus de croissance et de tubérisation des germes. Celle-ci est à l'origine de son « âge physiologique » ou « degré d'incubation » lui-même fortement dépendant des conditions de conservation .

Quand il est très jeune, le tubercule passe par une période de dormance au cours de laquelle aucune germination ne se produit. Cette période peut être plus ou moins longue selon la variété. Quand le tubercule a atteint un certain âge physiologique, des germes commencent à apparaître. Les meurtrissures qui surviennent au printemps et les changements brusques de température accélèrent la germination. A la fin de la période de dormance, un ou deux germes seulement se forment à l'extrémité du tubercule (Figure 3). Ce phénomène, dit dominance apicale, disparaîtra peu à peu et sera remplacé par la germination multiple. Plus tard, on notera une réduction de la formation des germes et de la vigueur de ceux-ci. Un tubercule

d'âge physiologique très avancé peut produire directement des « petits tubercules » sans passer par le stade plant, c'est le phénomène de boulage (MADR, 2001 et Catoire E. 2009).

Les degrés-jours de croissance sont accumulés à partir d'une température de base de 4°C (température minimale pour la germination). Plus la température du milieu dans lequel se trouve le tubercule, tant pendant la croissance que l'entreposage, est élevée, plus le tubercule mûrit rapidement. On compte l'âge chronologique du tubercule à partir du début de sa formation sur le plant mère jusqu'à l'émission du premier bourgeon. Par contre, on compte l'âge physiologique à partir de l'entreposage à 4° C jusqu'à l'apparition du premier germe.

La vitesse d'émergence, le nombre de tiges, la taille et la quantité de tubercules produits seront différents selon l'âge du tubercule, tout comme le rendement de celui-ci l'année suivante. La longueur de la période de dormance joue également sur le rendement de la semence. Les rapports entre ces divers facteurs sont différents d'une variété à l'autre.

Une fois la période de dormance terminée, la germination multiple peut être provoquée en élevant brusquement la température des semences à 15-18°C, en coupant les semences ou en cassant le germe apical (GPTCA, 1987). Le nombre de tubercules fils est d'autant plus élevé que le calibre du tubercule mère est plus élevé, mais il paraît être lié aussi selon la variété à un post-effet de dominance apicale (Roussel, 1996).

La figure 4 représente les différentes phases d'incubation des tubercules et les courbes de croissances correspondantes

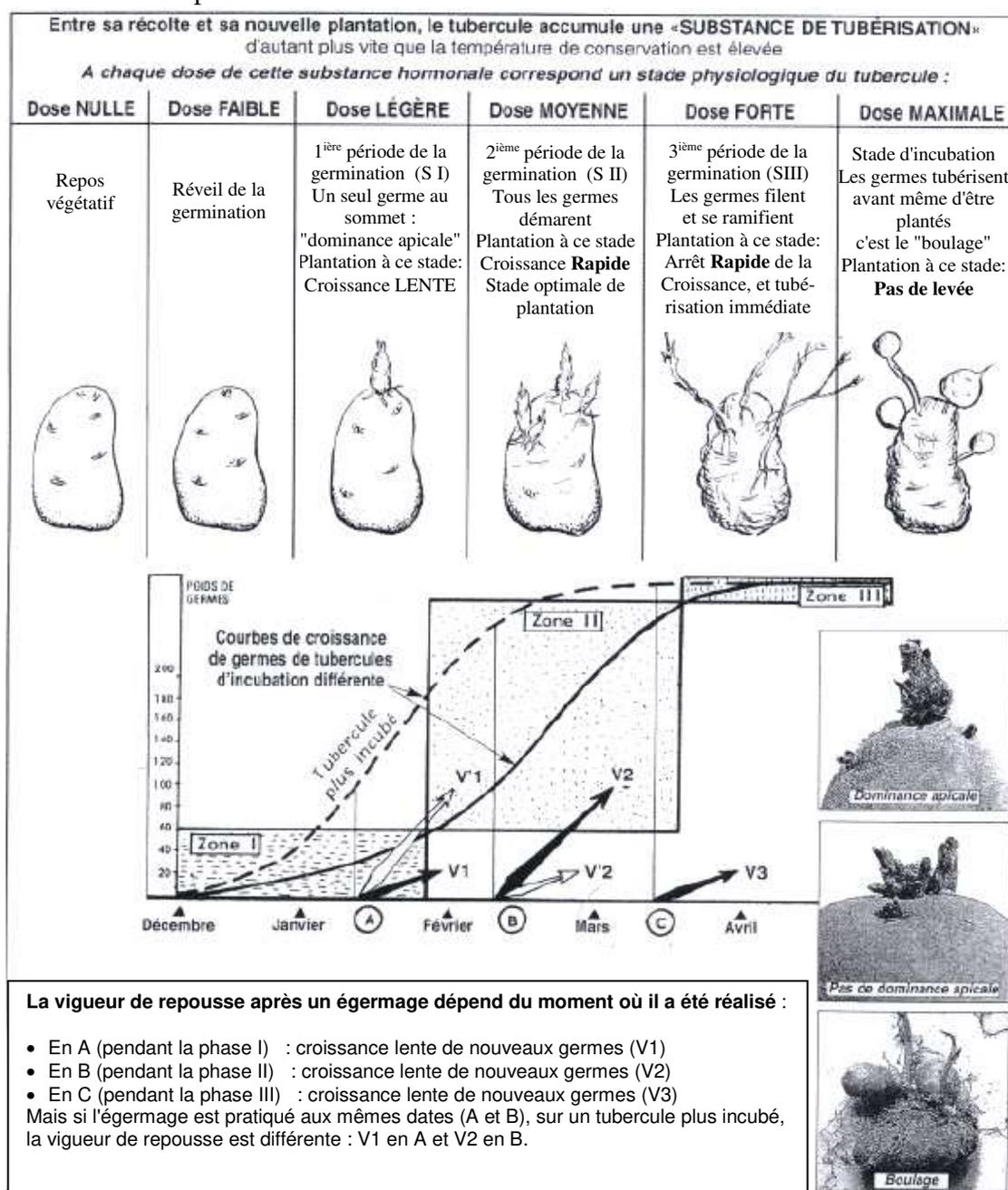


Figure 4 : Phases d'incubation du tubercule et courbes de croissance (Soltner, 1998)

L'âge physiologique des plants de pomme de terre influence la précocité de la levée, la vigueur des plantes, le nombre de tiges et de tubercules par plante et, par voie de conséquence, le rendement final à la récolte.

A la récolte, le tubercule de pomme de terre est généralement incapable de germer, même si les conditions de croissance sont optimales (température de +18° à 20° C, état hygrométrique supérieur à 90 %) ; il est à l'état de repos végétatif dont la durée dépend de nombreux facteurs (MADR, 2001) :

- de la variété : certaines variétés ont une période de repos végétatif plus longue que d'autres.
- du degré de maturité à la récolte : la récolte avant maturité allonge quelque peu la période de repos végétatif.
- des températures au cours de la saison de croissance : les hautes températures durant la végétation abrègent la période de repos végétatif.
- De l'endommagement mécanique du tubercule ou des maladies éventuelles : les plants endommagés ou malades ont tendance à germer plus rapidement que les plants sains.

2.4. Exigences en prégermination

La prégermination est un prétraitement dont les avantages sont nombreux : Il est malheureusement insuffisamment utilisé. Il permet, en particulier de gagner du temps à la levée, hâter la végétation et augmenter la précocité de la tubérisation (AGRIDEA, 2004).

2.5. Exigences en calibre des tubercules

Pour les tubercules destinés à la production de plants, la taille du tubercule est essentielle, au même titre que l'uniformité des calibres. Tout ce que peut faire le multiplicateur pour augmenter la durée du couvert végétal, qui capte la lumière solaire et la transformation en sucres, est d'augmenter la taille moyenne du tubercule.

Cependant pour la production de pomme de terre de consommation le calibre peut être amélioré de différentes manières (Plant Master, 2001).

- Planter le plus tôt possible, pour rallonger la période de végétation.
- Utiliser des plants d'âge physiologique avancé.
- Planter dans un sol à bonne température, pour obtenir une émergence rapide.
- Utiliser des systèmes d'irrigation et des méthodes de fertilisation et de protection des cultures permettant d'obtenir une interception maximale de la lumière du soleil, et une croissance non limitée du tubercule.
- Décaler le défanage.

2.6. Nombre de tubercules

Produire des tubercules de taille voulue pour une production de semences dépend étroitement du nombre de tubercules produits par plants. Les techniques agronomiques et le potentiel variétal influent sur ce paramètre.

Un grand nombre de plants par hectare se traduira par une récolte principalement constituée de petits tubercules, parfaits pour la production de semences. Une faible densité de plantation diminue la concurrence par unité de surface ce qui se traduit par des tubercules plus gros. Pour contrôler le nombre de tubercules, les producteurs peuvent agir à différents niveaux (Elboursa, 2004) :

- Sélectionner la variété la mieux adaptée.
- Minimiser les obstacles à la croissance au moment de la tubérisation (sécheresse, compactage...)
- Incuber les plants, pour obtenir un nombre suffisant de germes par tubercule.
- Choisir une densité de plantation qui assure un nombre optimal de tiges / m².
- Irriguer, pour maintenir un environnement favorable à la croissance.

- Utiliser des produits phytosanitaires (dés herbant, nématicides) pour limiter les freins à la croissance.

2.7. Soins culturaux

a) Préparation du sol :

La préparation du sol a comme but l'ameublissement profond du sol pour augmenter sa porosité et sa capacité de rétention en eau ainsi que pour favoriser la formation de tubercules réguliers et d'un volume donné (GPTCA, 1987). La plantation peu profonde présente des avantages dans les conditions suivantes : manque de vigueur des plants, basse température du sol, irrigation dans les sillons ou pluies abondantes et récolte mécanisée. Pour réussir des plantations peu profondes le plant doit être entouré de terre humide et permettant de faire une haute butte bien formée après la plantation. Une profondeur de plantation de 8 à 13 cm est conseillée. Une plantation trop profonde peut retarder la levée, augmenter les risques de maladies et de pourriture des semences, diminuer la vigueur des plants et produire une mauvaise récolte sur pied (GPTCA, 1987).

Pour obtenir une croissance rapide, les tubercules doivent être plantés dans un sol assez humide et meuble. Le lit de semences ne doit être ni trop meuble ni trop motteux pour éviter qu'il sèche trop facilement. En outre, le sol sous le lit de semences ne doit pas contenir de couches tassées, impénétrables pour les faibles racines. L'enracinement profond est important pour l'approvisionnement en eau. Selon VAN LOON (1996), lorsque l'enracinement de la pomme de terre est profond et le sol bien préparé, cela favorise non seulement une bonne germination des tubercules et une levée rapide, mais aussi il rend possible la réalisation des buttes sans mottes.

b) Plantation :

La plantation doit répondre aux conditions suivantes (VAN DER ZAAG, 1982) :

- Les plants doivent être placés dans un sol humide qui ne sèchera pas avant le buttage.
- Les plants doivent se trouver à une profondeur correcte et uniforme et à des distances régulières sur la même ligne.
- L'écartement des lignes doit être très uniforme si le travail après la plantation est maîtrisé.
- Les plants ne doivent pas entrer en contact direct avec les engrais ;
- Les germes de plants (prégermés) ne doivent pas être endommagés.

La plantation doit être entreprise dès que les conditions sont favorables, mais la température du sol doit être supérieure à 7°C. La plantation dans des sols froids ou humides retarde la levée des plants, favorise la pourriture des tubercules et produit une mauvaise récolte sur pied. Il est conseillé d'utiliser des tubercules entiers, bien conditionnés (GPTCA, 1987).

La date de plantation est fonction de la zone de production, des conditions climatiques, de la variété cultivée et enfin de la nature du sol. Cependant, il faut retenir que les dates de plantation pour les cultures de saison s'étalent de janvier (région non gélives) à avril (régions des hauts plateaux telles que Sétif). Du mois d'août à octobre pour les cultures d'arrière saison.

c) Irrigation :

Une irrigation bien conduite doit satisfaire les besoins de la culture en quantité et au moment voulu. Un déficit en eau, même de courte durée (6 jours consécutifs par exemple) provoque des chutes de rendement pouvant atteindre 50 à 60 %. Un excès d'eau, lessive inutilement le sol, entraînant en particulier les engrais azotés en profondeur ; il provoque l'asphyxie des racines, le développement des champignons et des bactéries (Soltner, 1998).

Les besoins en eau d'une culture de pomme de terre sont de 3000 à 4000 m³/ha. Les quantités d'eau consommées varient au cours de la végétation, elles sont faibles en début de végétation, élevées au moment de la tubérisation et du grossissement du tubercule et minimales lors de la maturation (Plant Master, 2001).

L'irrigation de la pomme de terre requiert des coûts élevés et des quantités d'eau importantes. Les besoins en eau varient au cours du cycle végétatif et aussi en fonction de la date de maturité du cultivar, de la densité des plants, de la capacité de rétention d'eau du sol, des conditions climatiques, des pratiques culturales et du système racinaire. Ils 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 (Bernards, 1998), et engendrer des tubercules de moins bonne qualité (Stark et Wright, 1985 in Kotchi, 2004). 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. Une étude a été menée sur la réponse de la pomme de terre au stress hydrique sous 7 traitements d'irrigation à 4 stades de croissance (Kashyap et Panda, 2003). Les résultats obtenus montrent l'effet du stress sur le rendement en période d'induction. Un stress hydrique survenant à la maturation cause moins de pertes de rendement qu'un autre survenant plutôt dans le développement ou au stade de la formation des tubercules. Selon leurs résultats, il semble que la période de croissance la plus sensible au stress hydrique soit le début de développement. L'étude indique également qu'un déficit d'irrigation à des stades de croissance appropriés peut conduire à une meilleure utilisation de l'eau par la plante, sans toutefois avoir de conséquences défavorables sur le rendement.

Les besoins maxima peuvent atteindre 2 litres par jour et par plant, soit 12 litres par m². Ainsi en terre sableuse, il faudrait irriguer tous les deux jours en raison de leur capacité de rétention très faible (Plant Master, 2001).

d) Désherbage :

L'élimination des plantes adventices peut se faire mécaniquement ou à l'aide d'herbicides. Si pour des raisons économiques on utilise des herbicides, il faut les appliquer conformément aux instructions du fabricant. La production optimale et la récolte mécanique ne peuvent pas être réalisées sans une lutte appropriée contre les plantes adventices (VAN DER ZAAG, 1982). Les adventices sont préjudiciables sur le rendement. Elles peuvent être aussi une cause de déclassement ou de refus pour les cultures destinées à la semence.

En règle générale, deux buttages sont nécessaires au cours du cycle végétatif de la culture surtout en terre ayant tendance à s'entasser (sols argileux ou limoneux). Le dernier buttage doit être réalisé au plus tard lorsque la végétation a atteint 15 à 20 cm de hauteur, afin de ne pas ralentir sa croissance en sectionnant des racines et des stolons.

Le buttage peut être réalisé manuellement à l'aide d'une houe ou mécaniquement à l'aide d'outils à disques ou à socs en ramenant de la terre autour des plants à partir des interlignes de manière à former une butte.

e) Densité de plantation :

Le nombre de tiges à l'hectare est déterminant dans l'obtention d'un bon rendement en calibre semences. Le peuplement recherché est de 230 000 tiges/ha. Ce peuplement peut être assuré en préconisant une densité de plantation de 66 000 plants/ha soit 75 cm X 20 cm en considérant qu'un tubercule mis en prégermination durant 6 semaines donne en moyenne 3.5 tiges. Mais cette densité peut constituer un microclimat favorable au développement des maladies fongiques surtout, donc 54.000 plants/ha est largement suffisant (SAGRODEV, 2005).

Comme il est difficile de disposer dans la pratique de plants à calibre unique, il est recommandé d'utiliser une semence calibrée entre 28 et 45 mm dans une proportion qui totalise 2000 tubercules pour 100 kg environ. Cette mesure permet de plafonner les quantités de semences à planter entre 20 et 25 qx/ha.

f) Défanage :

Le défanage sert à diminuer la quantité des fanes pour faciliter l'arrachage, réduire les pertes causées par le mildiou et contrôler la grosseur des tubercules et leurs desquamation. Les cultures destinées à la production de semences doivent être défanées plus rapidement pour contrôler la grosseur des tubercules et minimiser les infections par les virus transmis par les pucerons.

g) Récolte :

Au moment de la récolte, la peau du tubercule doit être suffisamment bien durcie ou cicatrisée. Ne pas récolter pendant les 10 jours suivant le défanage. La pomme de terre hydratée résiste mieux à la tache noire que la pomme de terre très sèche (GPTCA, 1987).

h) Entreposage :

Les tubercules de pomme de terres sont des organismes vivants qui interagissent avec le milieu environnant. Pour préserver la qualité des tubercules pendant l'entreposage il faut maîtriser les conditions d'entreposage (Température : 4°C, humidité 90 % et une bonne circulation de l'air) de façon à minimiser les détériorations. Afin d'éviter leur verdissement, les tubercules doivent être toujours conservés dans l'obscurité (Carolina et al, 2003).

2.8. Exigences en sol :

Le sol peut être de natures variées mais de préférence meuble et profond pour ne pas gêner l'installation d'un bon système racinaire, faciliter les opérations de buttage, d'arrachage et permettre un développement régulier des tubercules (Grison, 1989). De nos jours, le travail du sol présente une signification plus profonde que le labour, bien que cette dernière opération reste l'une des plus importantes. On peut définir le travail du sol comme un ensemble d'opérations de labour périodiques qui sont exécutées pour créer et maintenir des conditions optimales de production (Plant Master, 2001).

Les phases et les objectifs du travail du sol sont :

- Labour primaire, le plus profond possible, effectué afin de préparer le sol pour la culture suivante.
- Préparation du lit de semences crée les conditions du sol qui faciliteront le semis et favoriseront l'établissement de la culture.
- Suivi des cultures, le travail du sol post-semis favorise la croissance de la culture par des opérations telles que le désherbage ou le buttage qui facilitera le développement des racines et améliorera les récoltes.
- Labour de déchaumage recrée les conditions de surface du sol adéquates après la récolte.

2.9. Exigences en éléments nutritifs :

Les engrais sont des substances minérales ou organiques qui permettent de maintenir, d'améliorer ou de corriger les propriétés nutritives des sols. Ces substances sont destinées à fournir aux plantes, par l'intermédiaire du sol, un ou plusieurs éléments minéraux, jugés insuffisants dans le sol pour nourrir les cultures. La présence de différents éléments nutritifs (ou leur carence) présente des incidences variées sur les réactions biochimiques qui déterminent la qualité du produit. Un approvisionnement équilibré en éléments minéraux est donc un facteur de réussite dans la production de la pomme de terre (quantitativement et qualitativement) (Plant Master, 2001).

- Le phosphore, lorsqu'il est facilement disponible au moment de la tubérisation, permet la formation d'un nombre maximal de tubercules.
- Le sulfate de potassium est lui aussi susceptible d'augmenter le nombre de tubercules formés. La potasse améliore l'absorption de l'eau et la production de la matière sèche.
- L'azote et le phosphore garantissent une forte croissance du feuillage, des tubercules et des racines.
- Le magnésium maximise la photosynthèse.
- Le manganèse et le bore augmentent la production de la matière sèche.
- Le calcium augmente la résistance mécanique des plantes par l'amélioration de la membrane plasmique et son durcissement la rendant imperméable aux germes pathogènes.

Le tableau 5 résume l'effet des différents éléments sur la quantité des tubercules de pomme de terre.

Tableau 5 : Influence spécifique des éléments nutritifs sur la qualité des tubercules (Plant Master, 2001).

	Calibre des tubercules	Nombre de tubercules	Qualité des tubercules	Aspect de la peau	Aptitude à la conservation
N	➤		➤		
P	➤	➤	➤		
K	➤	➤	➤		➤
Ca	➤		➤	➤	➤
Mg	➤		➤	➤	
S				➤	
Mn	➤		➤	➤	
B	➤		➤	➤	
Zn			➤	➤	

* Transformation des engrais dans le sol

Lorsqu'on apporte des engrais au sol, qu'on les enfouisse ou qu'ils restent en surface, ils se solubilisent au contact de l'eau, se dissolvent puis se transforment. Ils s'incorporent à la solution du sol dont ils augmentent la richesse nutritive. Cette solution recouvre d'une pellicule infiniment mince les granules de terre qui, si petits soient-elles, présentent une surface d'échange formée par le complexe colloïdal argilo-humique. C'est au contact de ces surfaces d'échange que les fines radicelles des plantes viennent chercher leur nourriture minérale.

Pour que tout aille bien, il faut :

- de l'eau en quantité convenable,
- une solubilité suffisamment grande des engrais apportés,
- une diffusion rapide, dans la région racinaire active, (intérêt de la forme d'acide phosphorique soluble dans l'eau),
- une extraction sélective de la part de la plante.

On ne doit pas manquer le rendez-vous et, ce doit être à la profondeur désirable (une profondeur qui varie avec beaucoup de facteurs) que les engrais doivent être apportés. C'est à la suite, de longues expérimentations, suivant les types de sols, de cultures, et de répartition des pluies, que les systèmes d'application se sont peu à peu établis. Il est toujours à prendre en considération la pratique culturale de la région où l'on se trouve (Richard, 1965).

** Apport des engrais au champ*

La plupart des engrais sont apportés en surface par épandage. En terres labourables, la fertilisation et le semis sont parfois réunis en une seule et même opération : l'engrais est apporté à proximité des semences. Des apports complémentaires d'azote sont ensuite réalisés en cours de végétation. L'injection directe d'ammoniac gazeux dans le sol se pratique à l'aide d'équipements spéciaux dans quelques régions du monde. D'autres agriculteurs emploient également des engrais liquides (Plant Master, 2001).

Les plantes à l'aide de leurs systèmes racinaires, prélèvent dans les solutions du sol, la plupart des éléments nutritifs qui leur sont nécessaires. L'absorption foliaire directe existe également. C'est notamment grâce à ce mécanisme que peuvent être corrigés des carences en oligo-éléments en cours de végétation.

Les recommandations publiées par les organismes publics et agricoles et par les producteurs d'engrais permettent une utilisation rationnelle des engrais. De plus en plus, des plans de fertilisation sont établis à la parcelle. Les besoins culturaux, les fournitures du sol (estimées par analyse de sol) les résidus de la culture précédente, l'apport d'engrais organiques et les conditions locales du sol et du climat interviennent de façon prépondérante dans les calculs de la fumure. Le choix de la période d'épandage est également essentiel puisque les besoins sont en fonction du stade de développement des plantes. Un apport insuffisant d'engrais affecte les rendements, alors qu'un apport excessif est inutile et peut engendrer des problèmes environnementaux (GPDC, 1990).

** Engrais et qualité de la production*

La présence de différents éléments nutritifs (ou leur carence) a une incidence variée sur les réactions biochimiques qui déterminent la qualité du produit. Un approvisionnement équilibré en éléments minéraux est donc un facteur important de la qualité et des rendements.

L'apport en azote a une action sur la croissance, la vigueur et le rendement de la plante de même que sur sa couleur et sa composition en protéines. Si cet apport augmente, les concentrations respectives en protéines et en vitamines A et B de la plante cultivée tendent à augmenter et celle en vitamine C à décroître. La concentration en sucre diminue, les membranes et les parois cellulaires s'amincissent, particulièrement lorsque les apports azotés sont en excès par rapport aux autres nutriments. La quantité, la forme et la date d'application de l'azote ont donc une incidence majeure sur la qualité des produits (Plant Master, 2001).

Le phosphore doit être présent en quantité suffisante pour un bon enracinement et une résistance à la sécheresse, pour la croissance et le développement de la plante et pour la maturation des graines et des fruits. Tous ces facteurs exercent une influence sur la qualité finale du produit.

De même, la présence de potassium est importante pour la concentration en vitamines et en minéraux, la texture, la fermeté et la résistance aux altérations dues au transport.

L'insuffisance en azote, en présence d'une fourniture correcte en phosphore, entraîne une maturation précoce, pouvant modifier la qualité, en augmentant, par exemple, le taux de matière sèche. Des excès d'azote conduisent à un retard de la maturation et une humidité élevée de la récolte, en particulier si le temps est humide au moment de la récolte.

La composition minérale de la plante est influencée directement par l'équilibre des éléments nutritifs. A ce titre, un excès de potassium réduit l'absorption de calcium et de magnésium. Une déficience en oligo-éléments provoque une baisse de rendement et augmente les défauts de qualité du tubercule. Par conséquent, la qualité dépend aussi des caractéristiques du sol comme l'acidité.

Une fertilisation optimale, avec un bon équilibre entre les éléments nutritifs est indispensable pour assurer à la fois de hauts rendements et une bonne qualité du produit final. Les fumures permettant d'accéder à la qualité optimale, pour une utilisation donnée du produit, ne sont pas toujours identiques à celles que procurent les meilleurs rendements (Plant Master, 2001).

** Méthode d'épandage*

Les éléments nutritifs doivent être appliqués avec autant de précision que possible dans la zone d'absorption immédiate du système racinaire, avant ou au moment où les cultures en ont le plus besoin. Ne pas fournir à chaque plante la combinaison d'éléments nutritifs adaptée peut se traduire par une baisse de qualité de la culture et une diminution de son rendement.

La plupart des engrais solides sont apportés par épandage en plein champ sur sol nu ou sur la culture en cours de végétation. L'agriculteur doit s'assurer du bon réglage de l'épandeur et de la haute qualité de l'engrais employé. Les engrais de granulométrie hétérogène donnent une répartition irrégulière des éléments nutritifs.

Une localisation correcte des engrais dans la zone racinaire améliore le rendement et la qualité. Localiser l'engrais à la plantation sur une bande étroite, dans la zone humide du sol sous les tubercules mère et latéralement le long de la butte, garantit que les éléments nutritifs seront disponibles dès que la plante en aura besoin. Cela pourra renforcer l'enracinement, avec deux avantages supplémentaires : une meilleure utilisation des éléments nutritifs présents

en profondeur, et une plus grande tolérance à la sécheresse. De plus, en concentrant l'engrais sur des bandes limitées, on diminue le risque de blocage par rétrogradation du phosphore sous forme non assimilable (Plant Master, 2001).

A mesure que la culture se développe, l'engrais doit également être présent dans la zone racinaire, ce qui assurera le meilleur apport en éléments nutritifs. La technologie de localisation Hydro a été conçue pour obtenir une localisation précise dans le lit de plantation ou dans la butte. De nombreux essais montrent qu'une application localisée des éléments nutritifs dans la butte de plantation, à proximité des tubercules, non seulement pour N mais aussi pour P et K, augmente significativement de plus de 13 % le rendement.

Les engrais peuvent être apportés après la plantation. Cette opération s'effectue souvent en même temps que d'autres travaux effectués entre les rangs. L'application plus tardive est bien adaptée à un apport complémentaire d'azote, mais aussi au potassium et au calcium. Les produits utilisés doivent avoir une granulométrie très régulière et une parfaite fluidité pour que l'application soit précise.

L'épandage de certains engrais solides, en particulier un complément d'azote en couverture (parfois combiné avec du potassium et du calcium) peut s'effectuer après l'émergence de la pomme de terre. Là aussi, le produit doit avoir une granulométrie homogène pour un épandage régulier. A ce stade il doit aussi être sans danger pour la culture, et ne pas provoquer de brûlures. C'est la raison pour laquelle les nitrates de calcium Hydro, également très solubles et donc rapidement disponibles pour la plante, sont largement utilisés.

Les pulvérisations foliaires sur la culture en cours de végétation doivent également être réalisées avec précision pour atteindre leurs objectifs. Les fertilisants foliaires développés par Hydro pénètrent rapidement dans les feuilles et sont immédiatement actifs dans la plante. On les mélange souvent dans les citernes avec des produits fongicides anti-mildious, ce qui limite le nombre de passages dans les parcelles. Lors de l'application de tout engrais foliaire, il conviendra cependant, d'éviter le soleil direct et les conditions très desséchantes (Plant Master, 2001).

Les fanes de la pomme de terre en fin de culture présentent une forte restitution de ses éléments, le défanage (hachage) mécanique favorise l'exploitation intégrale des éléments restitués au profit de la culture suivante.

Matériels et Méthodes

1. Choix du matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est certifié sain. Il a été fourni par la SAGRODEV. Le choix des variétés a été dicté par les responsables de la société. Le nombre des variétés utilisées est de 4 dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 6. Les variétés *Mondial*, *Nicola*, *Diamant* sont à peau blanche (jaune), et la variété *Désirée* à peau rouge. Afin d'éliminer l'hétérogénéité liée au calibre des tubercules, nous n'avons utilisé que des tubercules à calibres homogènes, c'est à dire 40 à 45 mm, sains, certifiés par le CNCC, ne portant ni maladies virales : Virus (PLRV, PVA, PVS, PVY, PVM, PVX) ni Bactériennes (Clavibacter et Erwinia). Les tests sanitaires (virus et bactéries) sont effectués sur les tubercules de départ et au cours de la multiplication, selon les protocoles arrêtés par le CNCC.

Tableau 6 : Caractéristiques des variétés utilisées (Catalogue Néerlandais, 2007).

Caractères	MONDIAL	DESIREE	NICOLA	DIAMANT
Maturité	mi-tardive à tardive, dormance longue.	mi-précoce à mi-tardive, dormance mi-longue.	mi-précoce à mi-tardive, dormance mi-longue.	½ tardive
Tubercules	Gros, ovale à allongée, forme uniforme, peau jaune, lisse à assez lisse, chair jaune pâle, yeux superficiels, assez bonne résistance au noircissement interne.	Gros, ovale à allongée, forme uniforme à assez uniforme, peau rouge, lisse, chair jaune pâle, yeux superficiels, assez bonne résistance au noircissement interne.	Gros, ovale à allongée, forme uniforme, peau jaune, lisse, chair jaune, yeux superficiels, assez bonne résistance au noircissement interne.	Gros, parfois faiblement pointus; forme oblongue, parfois faiblement pointue ; peau jaune, à prédominance rugueuse ; chair jaune pâle yeux assez superficiels
Rendement	Très élevé, calibre uniforme	Bon, calibre uniforme.	Très élevé, calibre uniforme	Bon
Matière sèche	Moyen à bas	Bon.	Bon à moyen	Teneur assez élevée à élevée.
Qualité culinaire	Assez bonne tenue à farineuse à la cuisson, sporadique à faible coloration à la cuisson, apte à la consommation de frais.	Assez bonne tenue à farineuse à la cuisson, sporadique à faible coloration à la cuisson, apte à la consommation de frais et fabrication de frites.	Bonne tenue à la cuisson, sporadique à faible coloration à la cuisson, apte à la consommation de frais.	Goût neutre, faible tendance à noircir après cuisson.
Feuillage	Bon.	Bon à assez bon.	Bon.	Bon.
Maladies	Sensible au mildiou du feuillage, résistance moyenne au mildiou du tubercule, sensible au virus de l'enroulement, assez bonne résistance à virus Y ⁿ , résistance aux virus A et X et à la galle verruqueuse, résistance au pathotype R01 du nématode à kyste de la pomme de terre, résistance moyenne à la galle commune	Assez sensible au mildiou du feuillage, assez bonne résistance au mildiou du tubercule, assez sensible au virus de l'enroulement, résistance moyenne au virus A, assez bonne résistance au virus X et bonne résistance au virus Y ⁿ , résistance à la galle verruqueuse, sensible la galle commune.	Sensible au mildiou du feuillage, assez bonne résistance au mildiou du tubercule, résistance moyenne au virus de l'enroulement, résistance aux virus A et X et bonne résistance au virus Y ⁿ , résistance à la galle verruqueuse, résistance au pathotype R01 du nématode à kyste de la pomme de terre, assez bonne résistance à la galle commune	Moyennement sensible au mildiou du feuillage, peu sensible au mildiou du tubercule, résistant au virus A et à la galle verruqueuse, résistant au pathotype A du nématode doré.
Plante	Taille haute, structure feuillage du type à tiges, tiges port semi-dressé, coloration anthocyanique moyenne à faible, feuilles grandes à moyennes, vert foncé à vertes, silhouette mi-ouverte à fermé, floraison abondante, coloration anthocyanique absente ou très faible sur face intérieure du corolle de la fleur.	Taille haute à moyenne, structure feuillage du type intermédiaire, tiges port semi-dressé à dressé, forte coloration anthocyanique, feuilles grandes à moyennes, vert foncé à vertes, silhouette ouverte, floraison abondante, forte coloration anthocyanique sur la face intérieure du corolle de la fleur.	Taille haute à moyenne, structure feuillage du type à tiges, tiges port étalé à semi-dressé, coloration anthocyanique absente ou très faible, feuilles moyenne à petites, vert clair à vertes, silhouette mi-ouverte à fermé, floraison modérée à faible, coloration anthocyanique absente ou très faible sur la face intérieure du corolle de la fleur.	Tiges peu nombreuses, grosses, vertes, s'étalant peu ; feuilles assez grandes, rigides, vert foncé tirant sur le gris ; folioles assez grandes, ovales, à nervures assez enfoncées ; faiblement ondulées aux bords ; floraison assez abondante ; inflorescence vigoureuses ; fleurs nombreuses, rouge violacé assez foncé.
Germes	Grand à moyen, conique, coloration anthocyanique forte à moyenne et forte à moyenne pubescence de la base, bourgeon terminal moyen et faible coloration anthocyanique, radicelles assez nombreuses.	Grand à moyen, conique, coloration anthocyanique forte à moyenne et moyenne pubescence de la base, bourgeon terminal moyen et coloration anthocyanique moyenne à faible, radicelles assez nombreuses à peu nombreuses.	Grand à moyen, cylindrique et gros, forte coloration anthocyanique forte pubescence de la base, bourgeon terminal grand à moyen et coloration anthocyanique forte à moyenne, radicelles abondantes à assez nombreuses.	Sphérique au début, en tonneau plus tard, rouge violacé assez pâle ; pilosité très faible ; bourgeon terminal de grande taille, vert ; tiges latérales ne se développant pas.

2. Conditions expérimentales

2.1. Analyses du sol :

Les échantillons du sol ont été prélevés le 22/03/2004 et analysés au niveau du laboratoire du BNEDER d'Alger. L'analyse a porté sur la texture du sol, la matière organique, l'Azote, le rapport C/N, le calcaire actif CaCO_3 , le P_2O_5 assimilable en ppm, le K_2O échangeable en ppm, le pH eau et la conductivité électrique.

2.2. Analyse nématologique :

Les analyses nématologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de nématologie de l'INA pour écarter autant que possible les risques d'infestations. Elle permet une estimation quantitative des populations de nématodes dans le sol ; et se réalise en trois étapes :

- *L'échantillonnage du sol* : il faut prélever aléatoirement à l'aide d'une binette, des échantillons du sol, à une profondeur de 10 à 30 cm.
- *L'extraction* : afin d'isoler les kystes des autres éléments présents dans le sol, il faut un appareil de FENWEK (Figure 5), une passoire de 1 mm de maille, un tamis de 250 μm , papier filtre, entonnoir porté par un Erlen-meyer et des boîtes Pétri.

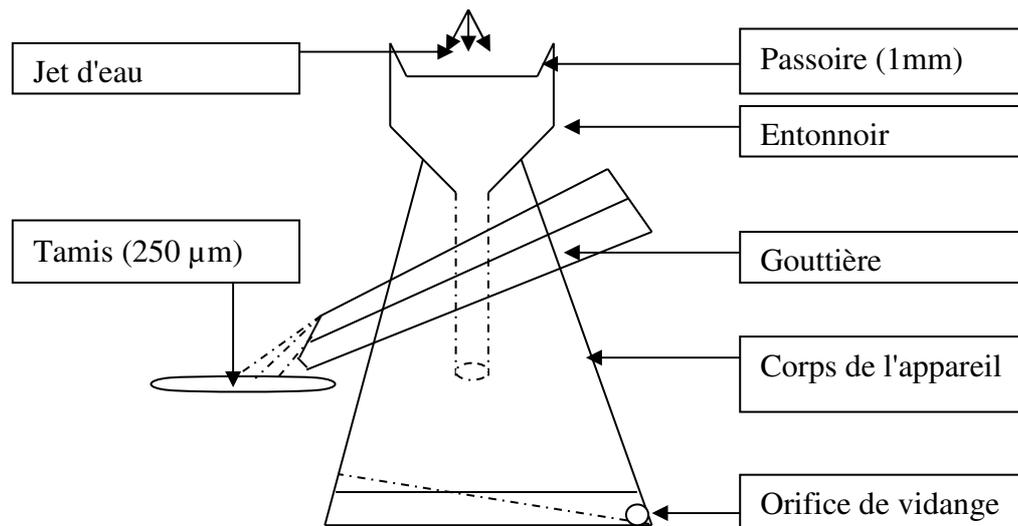


Figure 5 : Appareil de FENWEK et la technique d'extraction des kystes

- *Récupération des kystes* : le sol séché (obligatoirement) et entraîné par un courant d'eau à travers une passoire à maille d'un millimètre, les kystes sont entraînés dans le récipient où ils flottent et débordent à travers la gouttière de l'appareil. Le refus du tamis est récupéré sur du papier filtre, on récolte les kystes dans une boîte de pétri ensuite on fait le comptage.

2.3. Dispositif expérimental sur le terrain

Le dispositif expérimental adopté est de type randomisation totale. Le nombre limité de tubercules certifiés nous a obligé à utiliser ce type de dispositif. Il est composé de quatre unités expérimentales, chacune comporte une variété. L'objectif consiste à étudier l'effet de la fertilisation sur les quatre variétés, et non pas la comparaison entre elles. Chaque unité

comporte 12 traitements (TS0, TS1, TS2, TS3, TS4, TS5, TH0, TH1, TH2, TH3, TH4, TH5) avec 15 répétitions (tubercules). Les récoltes ont été échelonnées pour étudier l'effet de la longueur du cycle de la culture sur le rendement et la qualité des tubercules.

Pour cela, nous avons effectué trois récoltes espacées de 10 jours. La première était à 110 jours après plantation (JAP), la seconde 120 (JAP) et la troisième 130 (JAP).

Les différentes récoltes ont pour but d'étudier l'effet des différents régimes de fertilisation variant en fonction des dates d'épandages et des doses d'engrais. Les tableaux 7 et 8 illustrent les différentes dates d'épandages d'engrais associées aux différentes doses.

Pour la réalisation de notre expérimentation, nous avons préparé un protocole expérimental de fertilisation bien détaillé pour mettre en évidence l'effet des différentes doses et dates d'épandage d'engrais sur chaque variété à part. Tous les traitements ont subi un apport de 12 qx/ha de fumure de fond (15/15/15) pour redresser le sol, par la suite, un apport de 200 kg/ha de sulfate d'ammonium pour les traitements SAGRODEV (TS1 à TS5). A partir du 62^{ième} jour après plantation (JAP), les apports de SoluPotasse ont subi des changements dans les dates et des doses d'épandages selon le tableau 8 et suivant deux dates : (60-70 JAP ou 74-78 JAP) pour le vert, et (75-78 JAP ou 85-88 JAP) pour l'Unika Kali. Ils étaient fractionnés en trois apports.

La correction du sol à l'aide du Super Phosphate (0/46/0) au 42^{ième} jour a été effectuée pour tous les traitements sauf le témoin SAGRODEV TS0. Le protocole expérimental adopté est résumé dans les figures 6 et 7, et les tableaux 8 et 9.

Désirée											
TS3	TH2	TS0	TH4	TS5	TH1	TS2	TH3	TH0	TS1	TS0	TH5
Nicola											
TH0	TS2	TS5	TS3	TS0	TH2	TH5	TH1	TS0	TH4	TS1	TH3
Diamant											
TH0	TH5	TS2	TS0	TH4	TS3	TH2	TH1	TS1	TS0	TS5	TH3
Mondial											
TS0	TH3	TH5	TS2	TH2	TS5	TS1	TH4	TS0	TH1	TS3	TH0

Figure 6 : Dispositif expérimental sur le terrain
(Randomisation total des traitements par variété, 15 tub/traitement)

Tableau 7 : Protocole expérimental : Programme de fertilisation en fonction des dates d'épandages et des doses d'engrais pour les engrais locaux (SAGRODEV).

JAP	TS0	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
-10	FF 180 kg/ha (15/15/15)					
39	SNH4 200 kg/ha (20/0/0)					
42	0	Super P 180 kg/ha (0/46/0)				
62-74	0	0	0	SoluPotasse En 3 apports 21 kg/ha (0/0/42)	SoluPotasse En 3 apports 30 kg/ha (0/0/42)	SoluPotasse En 3 apports 15 kg/ha (0/0/42)
70-78	SoluPotasse En 3 apports 21 kg/ha (0/0/42)	SoluPotasse En 3 apports 30 kg/ha (0/0/42)	SoluPotasse En 3 apports 15 kg/ha (0/0/42)	0	0	0

Tableau 8 : Protocole expérimental : Programme de fertilisation en fonction des dates d'épandages et des doses d'engrais pour les engrais importés (hydrosoluble)

JAP	TH0	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5
-10	FF 180 kg/ha (15/15/15)					
39-43	Blanc en 2x 160 kg/ha (10/35/10)					
42	Super P 180 kg/ha (0/46/0)					
61	Calcinit 200 kg/ha (15,5/0/0)					
66-70	0	0	0	Vert en 2X 200 kg/ha (17/7/21)	Vert en 2X 240 kg/ha (17/7/21)	Vert en 2X 180 kg/ha (17/7/21)
74-78	Vert en 2X 200 kg/ha (17/7/21)	Vert en 2X 240 kg/ha (17/7/21)	Vert en 2X 180 kg/ha (17/7/21)	0	0	0
75-78	0	0	0	UnikaK en 2X 160 kg/ha (13/0/45)	UnikaK en 2X 200 kg/ha (13/0/45)	UnikaK en 2X 140 kg/ha (13/0/45)
85-88	UnikaK en 2X 160 kg/ha (13/0/45)	UnikaK en 2X 200 kg/ha (13/0/45)	UnikaK en 2X 140 kg/ha (13/0/45)	0	0	0

TS0 (témoin) : Fumure de Fond (FF) date et doses identique à celui de SAGRODEV.

TS1 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, date d'application même que la SAGRODEV.

TS2 : FF + super P 180 kg/ha + 15 kg solupotasse date d'application même que la SAGRODEV.

TS3 : FF + super P 180 kg/ha + 21 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

TS4 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

TS5 : FF + super P 180 kg/ha + 15 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

TH0 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (78 JAP) + unika k 160 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

TH1 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (78 JAP) + unika k 200 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

TH2 : FF + blanc 160kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (78 JAP) + unika k 140 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

TH3 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (69 JAP) + unika k 160 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

TH4 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (69 JAP) + unika k 200 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

TH5 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (69 JAP) + unika k 140 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

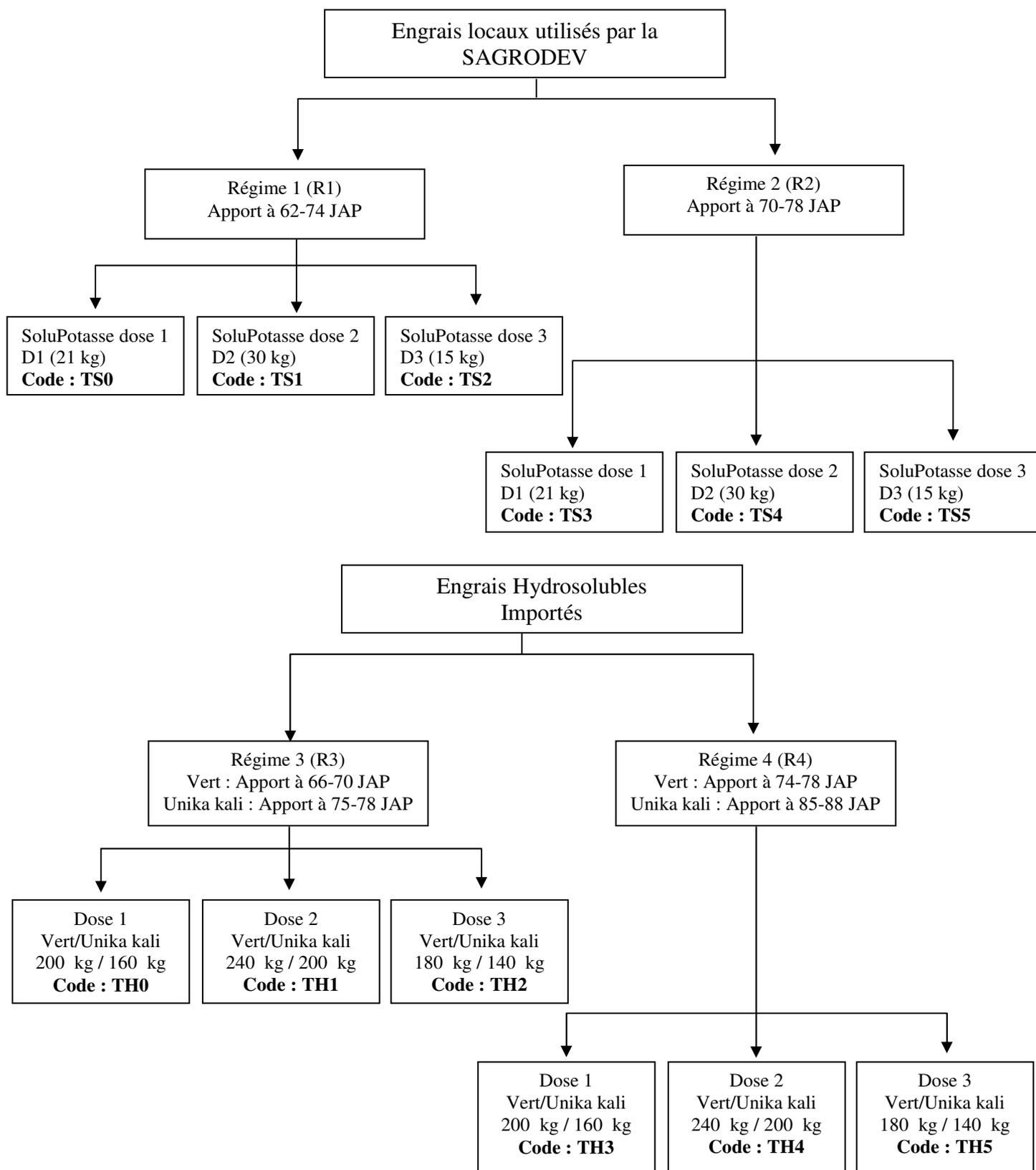


Figure 7 : Protocole expérimental basé sur l'utilisation des engrais locaux ainsi que des engrais importés de type hydrosoluble

3. Conduite de la culture

- *Egermage* : c'est l'élimination du germe apicale aussitôt que possible pour favoriser l'apparition d'un nombre élevé de germes, ce qui donne une plus grande masse végétative en plein champ. Par la suite, pour favoriser la prégermination des tubercules utilisés, ils ont été exposés à une température de 20 à 22 °C, à l'obscurité totale et à un niveau d'humidité de l'air de 60 à 70 %.

Les tubercules sont soumis à la lumière, (photopériode de 16 heures ; éclairage artificiel) pour favoriser l'apparition de germes trapus. A noter que l'obscurité favorise l'aspect filiforme dû à l'étiollement des germes qui cassent et s'abîment au cours de la plantation.

- *Préparation du sol* : réalisé au mois de février 2004, par un labour profond (environ 40 cm) suivi par des façons superficielles, ensuite un recroisement avec cultivateur et enfin ameublissement du lit de semences juste quelques jours avant la plantation avec une herse. Les billons de la plantation ont été préparés manuellement à quelques jours de la plantation.
- *Plantation* : la plantation a été effectuée manuellement le 08 mai 2004 en plein champ. La densité de plantation est de 54000 plants/ha (25 qx/ha) soit 0,25 m entre plants de la même ligne et 0,75 m entre lignes.
- *Fertilisation* : les besoins de la pomme de terre en unités fertilisantes ont été évalués théoriquement par Richard (1965) à : N (180 kg/ha), P (180 kg/ha), K (200 kg/ha). Les résidus de la récolte précédente (précédent cultural céréaliculture) constituent une première avance, mais des apports d'éléments fertilisants complémentaires sont nécessaires en temps voulu pour satisfaire les besoins de la culture.

Les tableaux 9 et 10 illustrent les prix des engrais : ceux utilisés par SAGRODEV et les engrais hydrosolubles importés. Ils illustrent le prix de revient de chaque traitement appliqué.

Tableau 9 : Evaluation du prix unitaire des engrais.

Produits SAGRODEV (80 % ASMIDAL)	NPK → 12 qx/ha	(2 500,00 da/ql)
	Superphosphate → 180 kg/ha	(2 300,00 da/ql)
	Sulfate d'ammonium → 200 kg/ha	(2 100,00 da/ql)
	Solupotasse → 21 kg/ha	(2 400,00 da/ql)
Produits Hydrosoluble	NPK → 12 qx/ha	(2 500,00 da/ql)
	Superphosphate → 180 kg/ha	(2 300,00 da/ql)
	Blanc → 160 kg/ha	(10 200,00 da/ql)
	Calcinit → 200 kg/ha	(8 400,00 da/ql)
	Vert → 200 kg/ha	(9 800,00 da/ql)
	Unika Kali → 160 kg/ha	(5 850,00 da/ql)

Tableau 10 : Prix de revient de chaque traitement appliqué

<i>Trait.</i>	<i>Composition</i>	<i>Prix</i>
TS0	12qx FF + 200kg/ha SNH4 + 21kg/ha soluPotasse	34 704,00
TS1	12qx FF + 200kg/ha SNH4 + 180kg/ha super P +30kg/ha soluPotasse	39 060,00
TS2	12qx FF + 200kg/ha SNH4 + 180kg/ha super P +15kg/ha soluPotasse	38 700,00
TS3	12qx FF + 200kg/ha SNH4 + 180kg/ha super P +21kg/ha soluPotasse	38 844,00
TS4	12qx FF + 200kg/ha SNH4 + 180kg/ha super P +30kg/ha soluPotasse	39 060,00
TS5	12qx FF + 200kg/ha SNH4 + 180kg/ha super P +15kg/ha soluPotasse	38 700,00
TH0	12qxFF+160kg/ha blanc+200kg/ha calcinit+180kg/ha super P +200kg/ha vert+160kg/ha U.kali	96 220,00
TH1	12qxFF+160kg/ha blanc+200kg/ha calcinit+180kg/ha super P +240kg/ha vert+200kg/ha U.kali	102 480,00
TH2	12qxFF+160kg/ha blanc+200kg/ha calcinit+180kg/ha super P +180kg/ha vert+140kg/ha U.kali	93 090,00
TH3	12qxFF+160kg/ha blanc+200kg/ha calcinit+180kg/ha super P +200kg/ha vert+160kg/ha U.kali	96 220,00
TH4	12qxFF+160kg/ha blanc+200kg/ha calcinit+180kg/ha super P +240kg/ha vert+200kg/ha U.kali	102 480,00
TH5	12qxFF+160kg/ha blanc+200kg/ha calcinit+180kg/ha super P +180kg/ha vert+140kg/ha U.kali	93 090,00

3.1. Paramètres culturaux

- a. *Irrigation* : la couverture des besoins de la culture en eau le long de son cycle permet une bonne production. Les besoins de la pomme de terre varient selon le type de sol, la saison et le type de production. La quantité d'eau apportée à chaque irrigation oscille entre 50 et 70 mm (8 heures d'aspersion).

Le tableau 11 illustre le calendrier des irrigations et traitements phytosanitaires au cours de la culture :

Tableau 11 : Calendrier des irrigations et des traitements phytosanitaires.

SAP ¹	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Irrigation	Période pluvieuse					+60 mm		+60 mm	pluie	+ 60 mm	+70 mm	+70 mm	+80 mm	+100 mm	
Fongicide "Benomyle" "Cham flo"					+		+		+		+		+		+
Insecticides "Mospilan" "Actara"						+		+		+		+		+	

Par ailleurs, les opérations suivantes ont aussi été pratiquées sur l'ensemble de l'essai :

- b. *Désherbage* : réalisé manuellement dès l'installation de la culture. Aucun désherbage chimique n'a été effectué.
- c. *Buttage* : un seul buttage a été effectué dès l'apparition des premiers stolons (45 jours après plantation) pour favoriser la tubérisation.
- d. *Soins phytosanitaires* : Plusieurs traitements fongiques suivis de plusieurs traitements insecticides ont été effectués à un intervalle régulier (tableau 11).
- e. *Récolte et stockage* : dans la perspective d'optimiser le cycle de la plante (de différentes variétés étudiées), un programme de récolte échelonné dans le temps a été réalisé : 110 – 120 et 130 (JAP). Dans chaque cas, la récolte a été effectuée 5 jours après le défanage. Le

¹ SAP : Semaines après plantation

stockage des tubercules récoltés a lieu dans des caissettes puis placées dans l'entrepôt frigorifique de SAGRODEV à 5°C.

3.2. Paramètres étudiés

L'évolution du développement et de la croissance végétative sont estimés à l'aide de :

a) *Couverture du sol (la biomasse)* : c'est le taux de feuillage assurant la couverture du sol. Il est évalué à l'aide d'une échelle de notation variant entre 5 à 10.

⇒ 5 signifie un taux de couverture de 50 %.

⇒ 10 signifie une couverture totale du sol.

b) *Matière sèche de la partie aérienne* : la détermination de la matière sèche de la biomasse aérienne été réalisée selon la technique de la double pesée, avant et après séchage à l'étuve à 45° durant 24 heures selon la formule suivante :
$$\overline{MS\%} = \frac{[(MF - MS) \times 100]}{MF}$$

c) *Nombre de tubercules par plante* : le comptage du nombre de tubercules a porté sur toutes les plantes de tous les traitements et toutes les variétés. Les mini-tubercules ($\emptyset < 10\text{mm}$) sont éliminés pour faciliter les opérations de comptage.

d) *Calibre des tubercules* : ce qui nous intéresse le plus, ce sont les tubercules les plus favorables à la multiplication de semence de pomme de terre (28 à 45 mm). Les tubercules de diamètre $> 45 \text{ mm}$ ou $< 10 \text{ mm}$ ne sont pas comptabilisés comme semences, ils sont éliminés. Les tubercules récoltés sont classés selon 4 classes de calibre :

$10 < \emptyset < 28 \text{ mm}$ = classe mini tubercules,

$28 < \emptyset < 45 \text{ mm}$ = classe semences,

$\emptyset > 45\text{mm}$ = classe destinée à la consommation, éliminés,

$\emptyset < 10 \text{ mm}$ = minitubercules, éliminés.

e) *Matière sèche des tubercules* :

La détermination de la matière sèche des tubercules été déterminée à l'aide d'un Humidimètre à rayons infrarouges à affichage digital (Marque SARTORIUS) selon la formule suivante : $\overline{MS \text{ tubercules}} = \text{poids final}$. Il faut noter que pour cette technique le séchage se fait par Ultra Violet (figure 8).

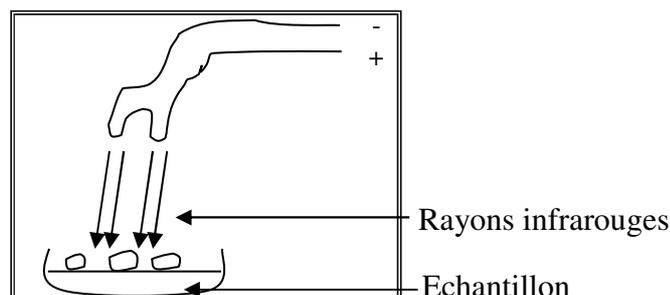


Figure 8 : Appareil Humidimètre à rayons infrarouges à affichage digital

f) *Rendements estimés* : les récoltes ont été échelonnées sur trois dates 110, 120 et 130 jours après plantation (JAP). Les rendements ont été mesurés plante par plante ensuite le résultat obtenu est converti directement en tonnes/ha pour établir les rendements estimés à l'hectare selon la formule suivante :

$$\text{Rendement estimé} = \text{rendement moyen par plant} \times 54000 \text{ (densité SAGRODEV / ha)}.$$

3.3. Analyse statistique des données

Dans notre étude l'analyse de la variance (ANOVA/MANOVA) a été adoptée pour déduire les effets des traitements appliqués.

Elle a été effectuée à l'aide du logiciel STATGRAPHICS ; en cas d'effets significatifs, elle a été complétée par le test de la PPDS pour comparer les moyennes des traitements deux à deux.

Les résultats obtenus sont, par la suite, représentés sous forme de graphiques grâce au logiciel EXCEL. Les résultats de l'analyse statistique (résultats de l'ANOVA et de la PPDS = groupes homogènes) sont présentés directement sur les graphiques. Ils concernent les analyses effectuées sur les dernières observations. Pour les autres observations voir annexes. Les lettres sur les graphiques représentent les groupes homogènes.

Résultats et interprétation

I. ANALYSES DU SOL

1- Texture :

Les analyses ayant porté sur les échantillons de sol prélevés dans la zone d'étude ont donné les résultats suivants :

- Argile % = 30,16
- Limon fin % = 8,18
- Limon grossier % = 4,27
- Sable fin % = 48,6
- Sable grossier % = 8,7
- Carbone % = 0,7

Le triangle de textures (G.E.P.P.A) (voir annexe) permet de conclure que le sol étudié est de texture Limono-Argilo-Sableuse.

2- Structure :

La composition chimique du sol issu de la parcelle expérimentale est la suivante :

- Matière organique % = 1,2
- Azote ‰ = 0,8
- Rapport C/N = 8,75
- Calcaire actif CaCO_3 % = 13,7
- P_2O_5 assimilable ppm = 132,82
- K_2O assimilable ppm = 404,2
- pH eau = 7,89
- Conductivité Electrique CE mmhos = 0,16

Les échantillons analysés montrent que le sol est pauvre en azote (0,8 ‰) d'où la nécessité d'un apport important d'engrais de fond en matière organique en plus d'un apport d'entretien (Voir annexe – diagramme matière organique (I.P.A.S, 1986 et Soltner, 1994)).

- Le taux de la matière organique (MO) est de 1,20 %. Selon le diagramme d'appréciation du niveau de matière organique, ce taux est très faible ce qui nécessite un apport important de l'ordre de 1,3 %. La pomme de terre est très exigeante en fumure organique, les besoins sont de l'ordre de 30 T/ha. Cependant, dans un sol pauvre en matière organique, cette dose peut être doublée. En effet, pour éviter les risques de carence, la fumure organique doit être complétée par la fumure minérale (MADRDM/DERD, 1999).
- Le rapport C/N (8,75) est moyennement faible (l'humus est légèrement non stable).
- Le taux de CaCO_3 actif est de 13,7 %, sa teneur dans le sol est élevée, ce qui provoquerait le blocage qui menace surtout les phosphates en sols calcaires (cristallisation sous forme de phosphates calciques), probablement aussi, des chloroses ferriques (jaunissement au niveau des feuilles) (Soltner, 1994).
- Le pH est basique (7,89). Il est assez élevé, il agit sur l'absorption des éléments nutritifs. A ce propos, on conseil toujours d'utiliser des engrais à base de phosphore à cause de leur pouvoir acidifiant.
- Le taux de K_2O est de 404,2 ppm, selon le diagramme de K_2O (voir annexe), l'état du sol est satisfaisant. Il faut apporter seulement ce dont la plante a besoin (200 kg/ha de K_2O). Au cours de notre expérimentation il y'avait un apport de 12 qx/ha de 15-15-15 au départ (180 kg/ha de K_2O), il reste donc 20 kg/ha à apporter pour l'entretien.
- Le taux du P_2O_5 est de 132,82 ppm, selon le diagramme de P_2O_5 ce taux est faible (voir annexe), ce qui nécessite un apport de redressement de l'ordre de 210 kg/ha de P_2O_5 . Il

y'avait un apport de 12 qx/ha de 15-15-15 (180 kg/ha de P₂O₅), il reste au moins 30 kg/ha à apporter pour redresser le sol, ensuite il faut apporter les besoins de la plante (besoin à l'entretien) qui sont de l'ordre de 180 kg/ha. Le phosphore favorise le développement racinaire, il représente un facteur de précocité et un élément de qualité. Il active la croissance des bourgeons et des racines : dès l'épuisement des réserves du tubercule mère. La plante doit trouver dans le sol ses besoins en ions phosphates assimilables (Soltner, 1995).

- L'indice de battance (IB = 0,18) il est inférieur à 1.4, le sol est donc non battant.
- Selon la valeur de la conductivité électrique (CE) la salinité est très faible.

II. NEMATODES

Les résultats obtenus montrent la présence de kystes vides de nématode. Ces kystes vides ne présentent aucun effet néfaste sur la culture. Le respect de la rotation pratiquée au niveau de la station expérimentale (*SAGRODEV*) a déjà écarté les risques de contaminations par les nématodes.

III. LEVEE DES VARIETES ETUDIEES

En terme de précocité de levée (figure 9), les variétés étudiées lèvent dans l'ordre suivant: Diamant et Nicola en premier, suivies par Désirée et Mondial. La même figure révèle ce décalage de levée jusqu'au 25^{ème} jours 78 % pour Diamant, 70 % pour Nicola, 60 % pour Désirée et enfin 57 % pour Mondial.

Ce retard serait dû à la physiologie des variétés (précocité et tardivité du cycle végétatif) (Catalogue Néerlandais, 2007).

C'est à partir du 35^{ème} jour que les deux variétés Désirée et Mondial ont récupérés leurs retard de levée. Au 40^{ème} JAP l'ensemble des variétés en atteint 100 % de levée.

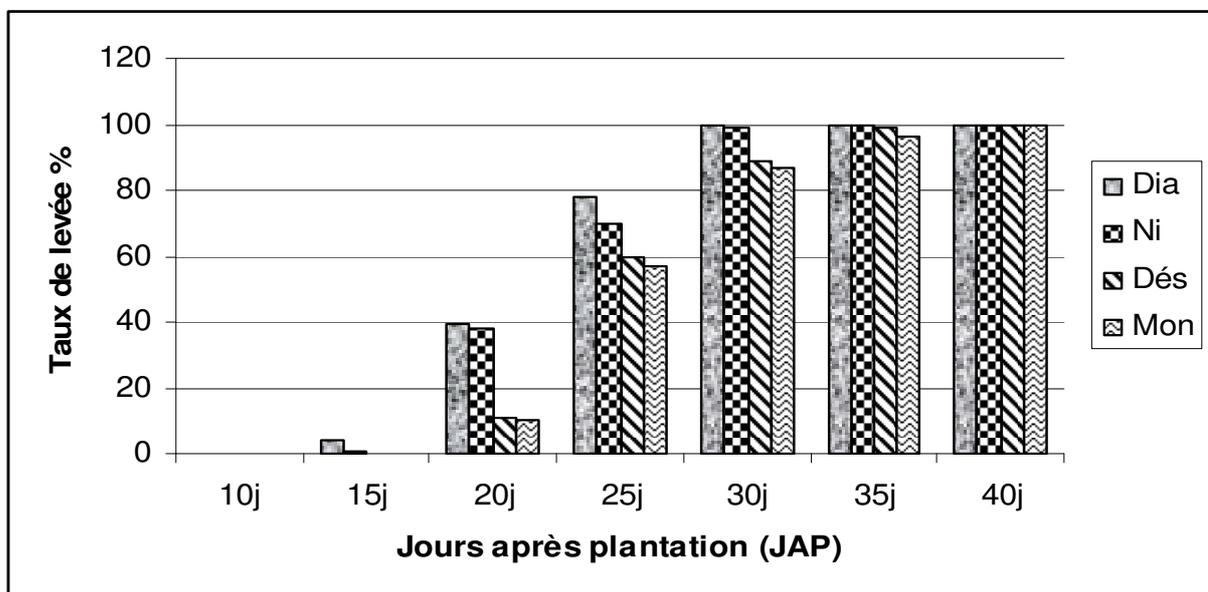


Figure 9 : Evolution du taux de levée en fonction du temps (JAP) et des variétés

IV. EFFET DU MODE DE FERTILISATION SUR LES CARACTERES BIOMETRIQUES

IV.1. Cas de la variété MONDIAL

La variété Mondial est caractérisée par un cycle de culture demi long à long avec un bon rendement (Catalogue Néerlandais, 2007).

1. Couverture du sol :

Les traitements TS1², TH1³ et TS4 ont donné les valeurs les plus élevées en terme de taux de couverture du sol (sans unité) avec respectivement 7,9, 7,8 et 7,78 (figure 10). TS0, TH5 et TS5 ont montrés les résultats les plus médiocres dont les taux n'ont pas excédés 7,2. Par contre TS2 et TH4 donnent des valeurs estimées intermédiaires de l'ordre de 7,38 et 7,58. Cependant, l'analyse de la variance ne révèle pas d'effets significatifs.

Les traitements TS1 et TH1 sont caractérisés par un taux élevé en azote. L'azote est un élément fondamental pour la croissance de la plante, il favorise la végétation, le maximum d'absorption a lieu au moment du développement maximum des feuilles c'est-à-dire 50 à 80 jours après plantation (Bamouh, 1999). L'apport d'azote pour ces deux traitements a justement été réalisé durant cette période, ce qui expliquerait leurs supériorités pour ce paramètre.

2. Taux de matière sèche (Partie aérienne)

Le taux de matière sèche a été mesuré à la récolte. Les traitements TH2 et TS0 présentent les valeurs les plus élevées en termes de taux de matière sèche de la partie aérienne avec 17,21 et 17,20 % respectivement (figure 11). Par contre, les traitements TS5, TS2 et TS3 (engrais locaux) utilisés par la SAGRODEV ont donné les valeurs les plus faibles dont les taux n'ont pas excédé 14,11, 13,2 et 12,5% respectivement. Les autres traitements TS4 et TS1 notamment, montrent des valeurs intermédiaires de l'ordre de 16,84% à 16,47%.

L'analyse de la variance montre à 130 JAP l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de la matière sèche de la biomasse, et le test de la PPDS met en relief 7 groupes homogènes. Les deux traitements TH2 et TS0 font partie du même groupe homogène.

Les traitements à base d'engrais importés (notamment TH2) ont donné des valeurs plus ou moins élevées en comparaison avec les engrais produits localement. Cela explique le retard de l'exportation des réserves depuis la partie aérienne vers les tubercules, entraînant un rallongement du cycle de la culture. En revanche, les traitements TS3 (aussi TS2 et TS5) n'ont montré qu'un très faible taux de matière sèche, ce qui explique la bonne exportation des réserves vers les tubercules. Ceci présente un point fort au profit des engrais locaux pour raccourcir le cycle de la culture, généralement très recherché en production de semences.

² TS1 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, date d'application même que la SAGRODEV.

³ TH1 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (78 JAP) + unika k 200 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

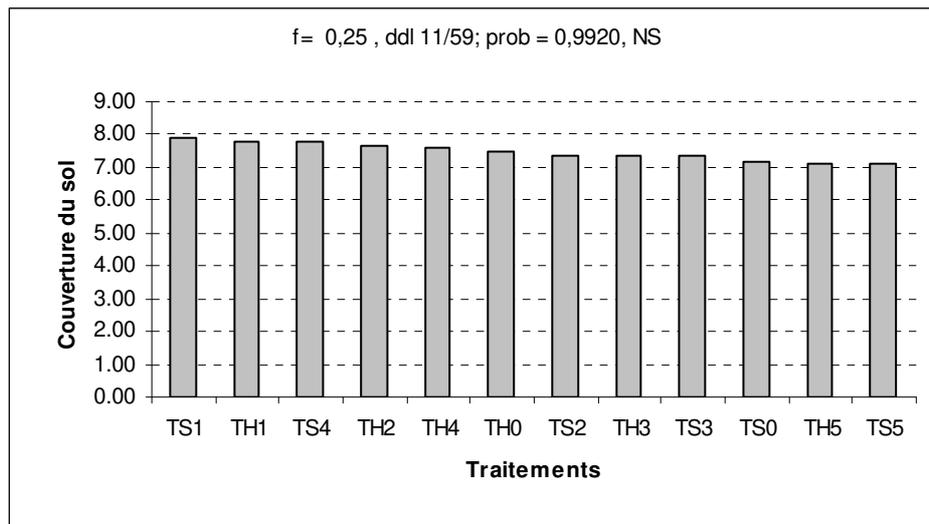


Figure 10 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Mondial 110 (JAP)

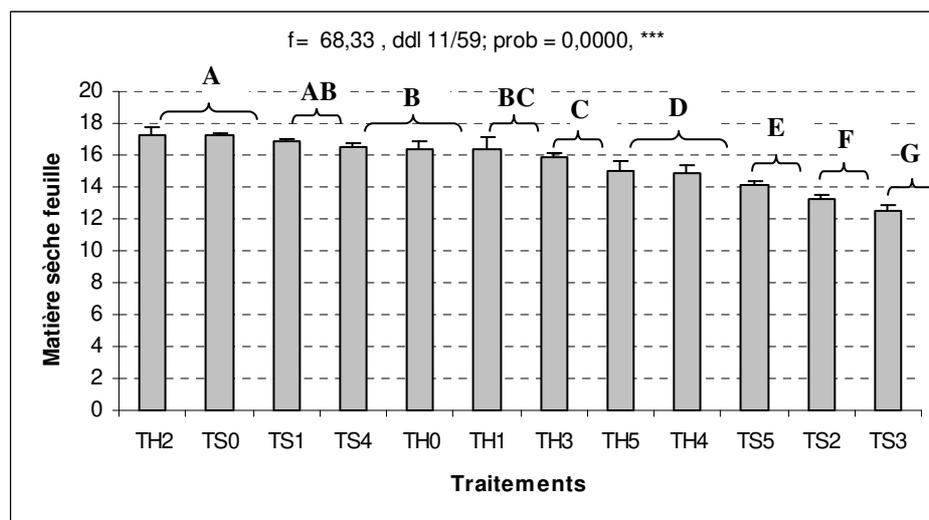


Figure 11 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche (partie aérienne) de la variété Mondial – 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

3. Nombre de tubercules

Quelle que soit la date de récolte, les traitements TS1 et TS2⁴ donnent les valeurs les plus élevées en termes de nombre de tubercules par plante, avec respectivement 10,4 et 10,6 (à la première récolte), 11,2 et 10,8 (à 120 JAP) et 11,2 et 10,6 (à la troisième récolte). Le traitement TS0 montre les plus faibles valeurs à la première et la troisième récolte dont le nombre n'excède pas 7,4 tubercules/plante et une faible valeur à la deuxième récolte où le nombre est de 7,6 tubercules/plante. Le traitement TH5⁵ donne aussi des valeurs inférieures à 8 tubercules/plante pour toutes les récoltes. Les autres traitements notamment TH1 et TH2⁶ donnent des résultats moyens à faibles de l'ordre de 9,2 tubercules/plante (à la troisième récolte) (figure 12A, B, C).

L'analyse de la variance aux deux dernières récoltes confirme l'existence d'un effet hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules par plante, et le test de la PPDS met en relief 4 et 5 groupes homogènes à la deuxième et troisième récolte respectivement (figure 12A, B, C). L'analyse de la variance ne révèle pas d'effets significatifs pour la première récolte.

Un nombre élevé de tubercules par plante est très avantageux en multiplication de semences. Cependant, et d'après la figure 12, il ressort de l'analyse que les traitements TS1 et TS2 expriment les meilleurs résultats (environ 11 tubercules/plante). En revanche, le traitement TH1 à base d'engrais importés, donne des valeurs faibles (environ 8 tubercules/plante).

Si on compare le nombre de tubercules par plante du traitement TS1 avec le témoin (TS0⁷) durant la deuxième récolte (moment approprié pour la récolte) on trouve que la différence est nettement significative dont le taux d'amélioration dû à l'application de TS1 dépasse 47 %. Il reste à savoir si le nombre élevé de tubercules obtenu avec les traitements TS1 et TS2 correspond à un calibre acceptable pour la multiplication de semences.

⁴ TS2 : FF + super P 180 kg/ha + 15 kg solupotasse date d'application même que la SAGRODEV.

⁵ TH5 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (69 JAP) + unika k 140 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

⁶ TH2 : FF + blanc 160kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (78 JAP) + unika k 140 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

⁷ TS0 (témoin) : Fumure de Fond (FF) date et doses identique à celui de SAGRODEV.

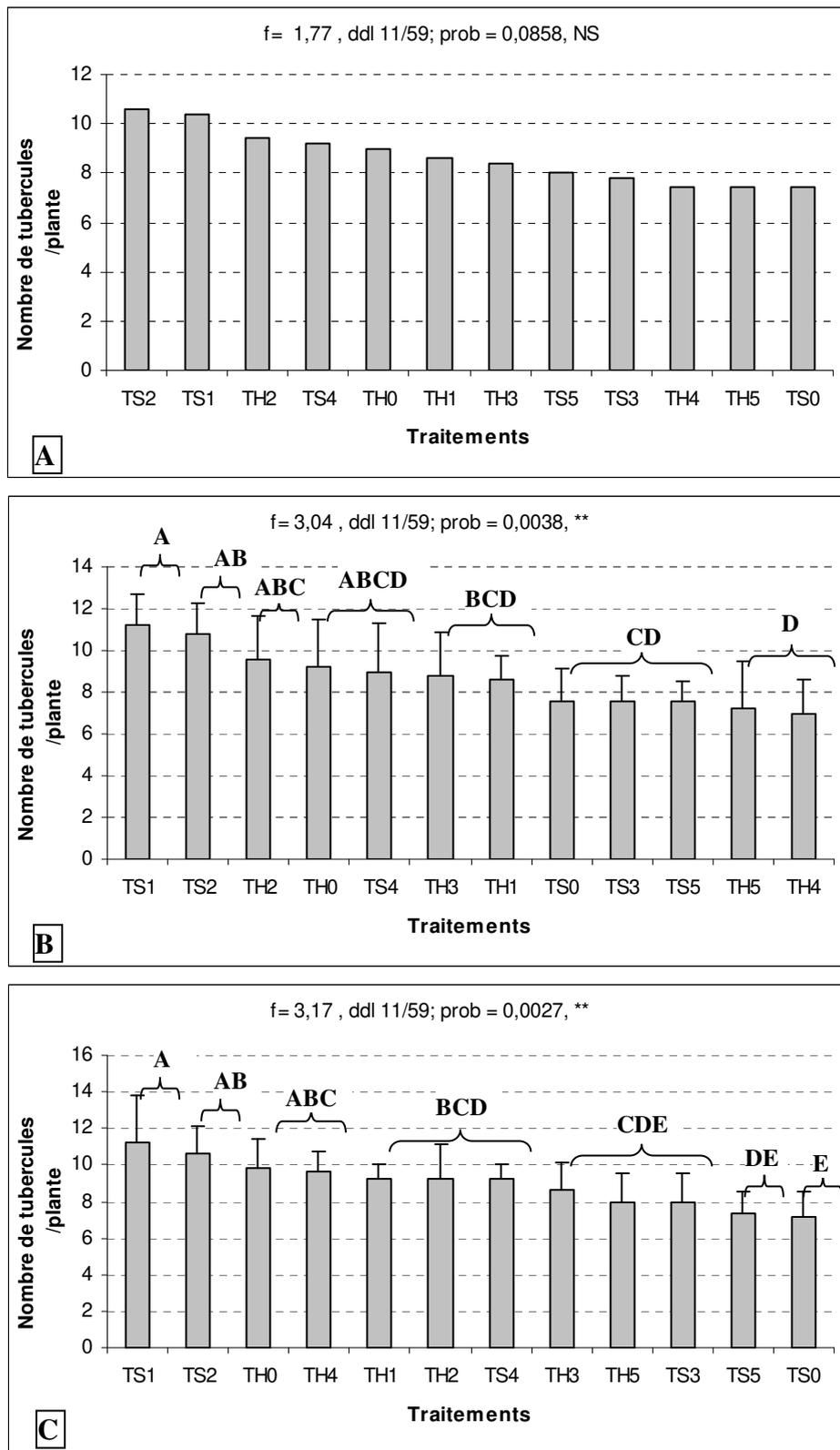


Figure 12 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Mondial ; A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

4. Calibre de tubercules

Les calibres les plus intéressants sont compris entre 28 et 45 mm. Les plus gros tubercules sont généralement destinés pour d'autres usages et donc ne sont pas utilisés comme semences. Ils sont orientés généralement vers la consommation contrairement aux calibres inférieurs à 28 mm qui peuvent cependant être utiles.

Les traitements TH0⁸, TH3⁹ et TS2 donnent les valeurs les plus élevées en termes de nombre de tubercules appartenant au calibre semences avec respectivement 8, 6,8 et 6,4 tubercules à la première récolte (figure 13A). Les traitements TS1 et TH2 manifestent les valeurs les plus élevées à la deuxième récolte soient 8 et 7 tubercules de calibre semence (figure 13B). Le traitement TS2 a montré 7 tubercules de bon calibre à la troisième récolte, c'est la valeur la plus élevée durant cette récolte (figure 13C). Les traitements TS0 (témoin) et TH1 ont montrés les résultats les plus médiocres dont le nombre n'a pas excédé 3,2 tubercules de bon calibre à la deuxième récolte et 1 tubercule à la troisième récolte. Les autres traitements notamment TS4 et TS3 donnent des moyens intermédiaires de l'ordre de 6 et 5,6 tubercules de bon calibre à 120 JAP 5,8 et 5 tubercules semences à 130 JAP (figure 13B et C).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules de bon calibre, et le test de la PPDS met en relief 7 groupes homogènes à la première récolte et 5 groupes homogènes à la deuxième et la troisième récolte.

Le traitement TS1 montre aussi des améliorations en termes de calibre moyen, une augmentation de 150 % du nombre de tubercules appartenant à la catégorie semence en comparaison avec le témoin (TS0) à la deuxième récolte (moment approprié à la récolte car le traitement TS1 donne 2 gros tubercules à 120 JAP et 6 gros tubercules à la troisième récolte) (voir annexe 2). Il ressort de l'analyse que pour le traitement TS1, la deuxième récolte (120 JAP) présente le moment le plus propice à la récolte avec 8 tubercules/plant de classe semences.

Le traitement TH1 produit de gros tubercules aussi bien à la deuxième qu'à la troisième récolte (4,8 et 5,6 gros tubercules/plant), contre seulement 2,6 tubercules de calibre semence à la troisième récolte (voir annexe 2). Dans ce cas, une bonne partie des tubercules (calibre supérieur à 45 mm) sera déclassée et donc ne peut être utilisée comme semences. La réalisation d'un bon rendement ne doit pas se faire sans prendre en considération les calibres convenables à la multiplication, pour répondre à la demande du marché en semences.

Ainsi en se basant sur le nombre de tubercules de classe semences produits par le traitement TS1, on pourrait envisager de produire à la densité de 54000 plants/ha, 432000 tubercules (= 54000 x 8) de classe semences, permettant de replanter environ 8 ha.

⁸ TH0 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (78 JAP) + unika k 160 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

⁹ TH3 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (69 JAP) + unika k 160 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

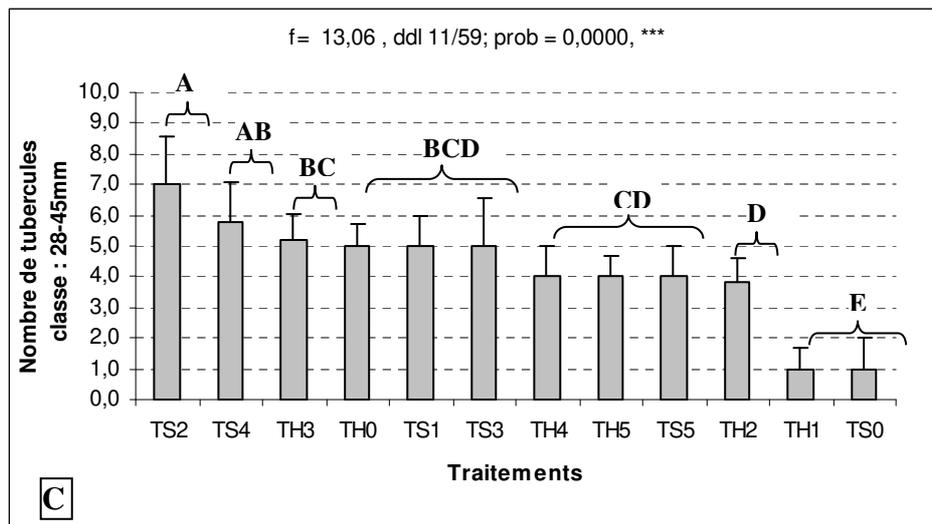
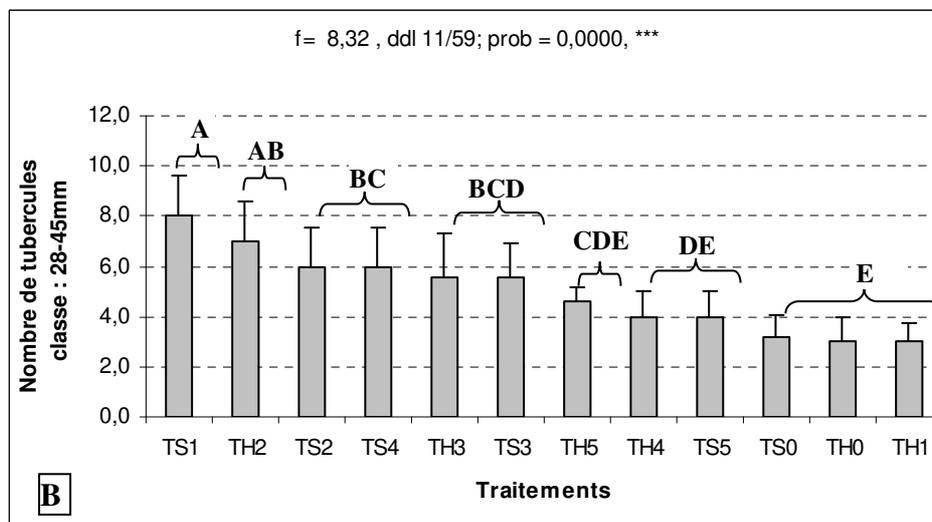
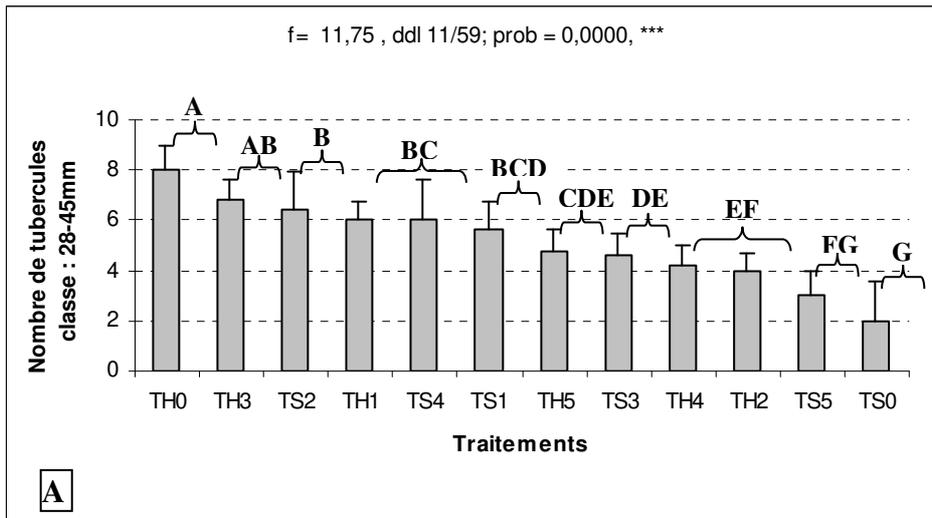


Figure 13 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Mondial ; A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

5. Taux de matière sèche des tubercules à 130 JAP

Les traitements TH4¹⁰ et TS4 sont les plus intéressants en termes de taux de matière sèche au niveau des tubercules avec respectivement 24,51 et 24,37 %. Les traitements TH1 et TS2 ont montrés les résultats les plus médiocres dont les taux n'ont pas excédés 18,78 %. Les autres traitements notamment TS1 et TS3¹¹ donnent des taux intermédiaires de l'ordre de 23,37 et 22,62 %.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de la matière sèche des tubercules, et le test de la PPDS met en relief 6 groupes homogènes (figure 14).

C'est le traitement TS1 qui a donné les meilleurs résultats pour la majorité des paramètres étudiés. Il montre un taux de matière sèche acceptable (22,62 %). Par contre, le traitement TH1 qui représente le meilleur traitement des engrais importés n'a montré qu'un faible taux de matière sèche (17,93 %). Le faible taux de matière sèche favorise d'un coté les attaques par des maladies (fongique et bactérienne) au cours de l'entreposage, et de l'autre coté dévalorise la qualité du produit sur le marché. Le traitement TS0 donne un taux moyen (22,9 %). Le traitement TS2 qui a donné des valeurs acceptables pour les autres paramètres n'a montré qu'un faible taux de matière sèche des tubercules.

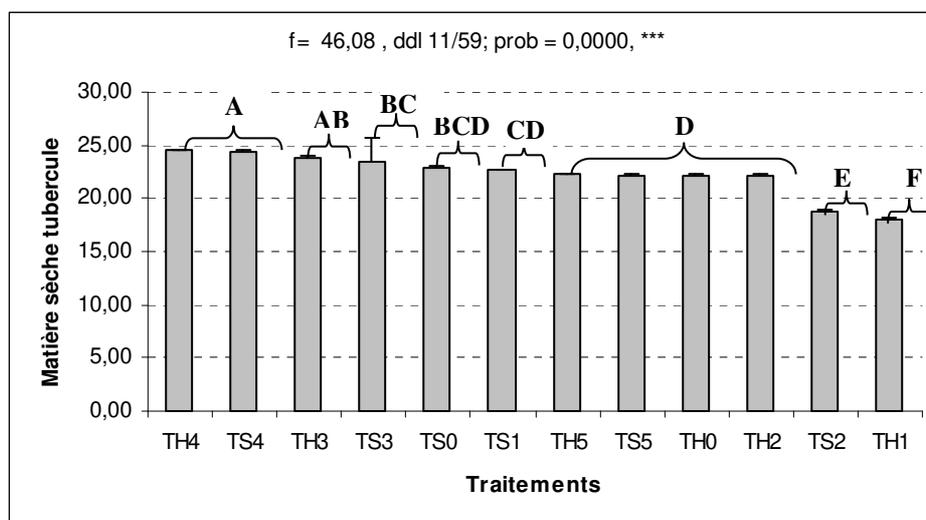


Figure 14 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche tubercules de la variété Mondial (130 JAP). Les lettres indiquent les groupes homogènes

¹⁰ TH4 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (69 JAP) + unika k 200 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

¹¹ TS3 : FF + super P 180 kg/ha + 21 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

6. Rendements estimés

Quelle que soit la récolte, les traitements TS1¹² et TH1 sont les plus productifs (rendement estimé en tonnes à l'hectare) avec respectivement 36,2 t/ha et 33,2 t/ha (à la première récolte), 37,20 et 33,60 t/ha (à la deuxième récolte) et 39,40 et 40,80 t/ha (à la troisième récolte). Les traitements TH4, TH5 et TS0 montrent les résultats les plus faibles dont les rendements n'ont pas dépassés 13,8, 16,2 et 19,2 t/ha à la deuxième récolte et 17,40 à 17,60 et 20,2 t/ha à la troisième récolte. Les autres traitements, notamment TS2 et TS3, donnent des rendements estimés intermédiaires de l'ordre de 25 et 24,2 t/ha à la troisième récolte (figure 15B et C).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le rendement estimé pour les trois récoltes, et le test de la PPDS met en relief 4 à 5 groupes homogènes selon la récolte (figure 15 A, B, C). Les traitements TH1 et TS1 font partie du même groupe homogène, et ce, quelle que soit la récolte.

En fin, et par rapport à la problématique de départ qui consiste à savoir parmi les deux régimes de fertilisation (SAGRODEV, SAGRODEV modifié, Hydrosoluble avec ses différentes variantes) combinées à des dates d'applications différentes, il ressort de l'étude que les deux traitements TS1 et TH1, sont les plus performants pour ce paramètre.

On pourrait donc conclure que par rapport au régime de fertilisation de la SAGRODEV (TS0), les régimes TS1 et TH1 permettent des augmentations conséquentes de rendement soit respectivement, à la deuxième récolte, 93 % et 75 % et à la troisième récolte, 95 % et 101 %. Etant donné que la différence de rendement entre ces deux traitements n'est que de 3,5 % (seuil statistiquement non significatif).

En terme d'estimation du rendement réel en semence (à la deuxième récolte), le traitement TS1 produit $(37,2 \times 71\% \text{ (pourcentage du calibre semences)}) = 26,4\text{t/ha}$ contre $(19,2 \times 42\%) = 8 \text{ t/ha}$ pour le témoin TS0 (le triple). Par ailleurs, le régime SAGRODEV revient à 34 704,00 DA, TS1 à 39 060,00 DA et le TH1 à 102 480,00 DA. Le TH1 étant très coûteux, il doit être écarté. Le TS1 par contre n'étant pas significativement plus cher que TS0, il doit être envisagé pour une amélioration considérable (95 %) du rendement en tubercules chez la variété Mondial. Nous pouvons donc conclure l'importance du traitement TS1 qui montre un résultat satisfaisant du point de vue calibre, précocité, prix de revient et une bonne qualité d'entreposage puisqu'il présente des tubercules ayant un bon pourcentage de matière sèche.

On peut retenir le régime de fertilisation basé sur les engrais utilisés par la SAGRODEV, mais avec de profondes modifications aussi bien en termes de quantité que de dates d'application. Ainsi, on pourrait recommander :

- L'apport d'une fumure de fond à base de super-phosphate (180 kg/ha) étant donné que le sol en est carencé (voir résultats de l'analyse du sol).
- Maintient du SNH_4 (sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (wikipédia, 2008)) à 200 kg/ha (20/0/0) tel que pratiqué par la SAGRODEV au 39^{ième} JAP.
- Apport supplémentaire de Super Phosphate (180 kg/ha : 0/46/0) au 42^{ième} JAP.
- Apport de SoluPotasse K_2SO_4 (30 kg/ha : 0/0/42) fractionné en 3 fois entre 70 et 80^{ième} JAP.

¹² TS1 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, date d'application même que la SAGRODEV.

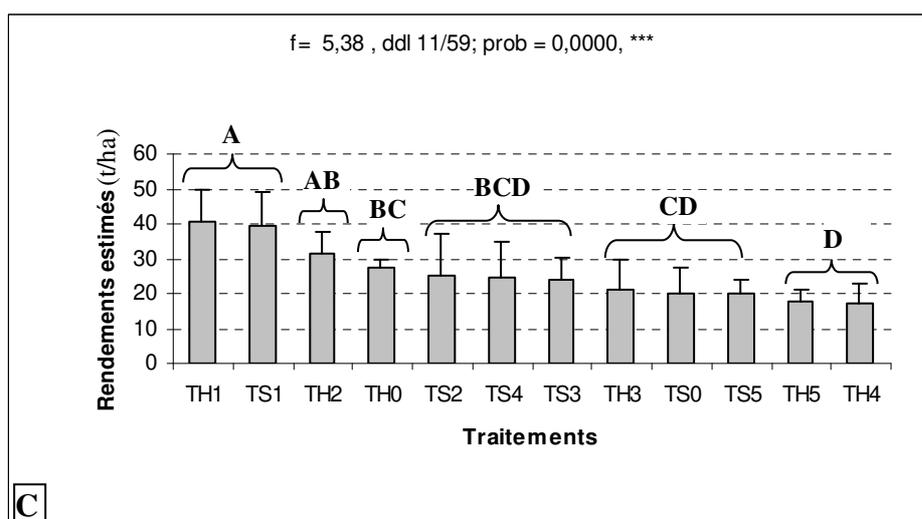
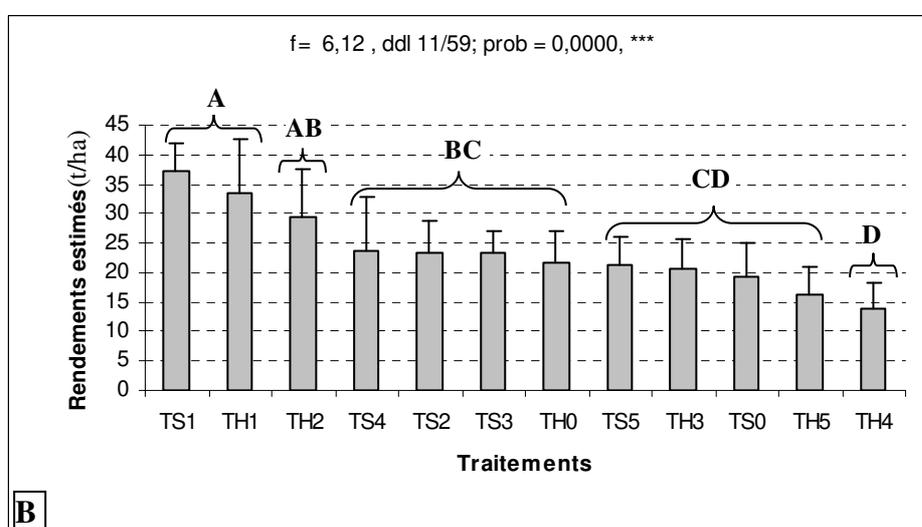
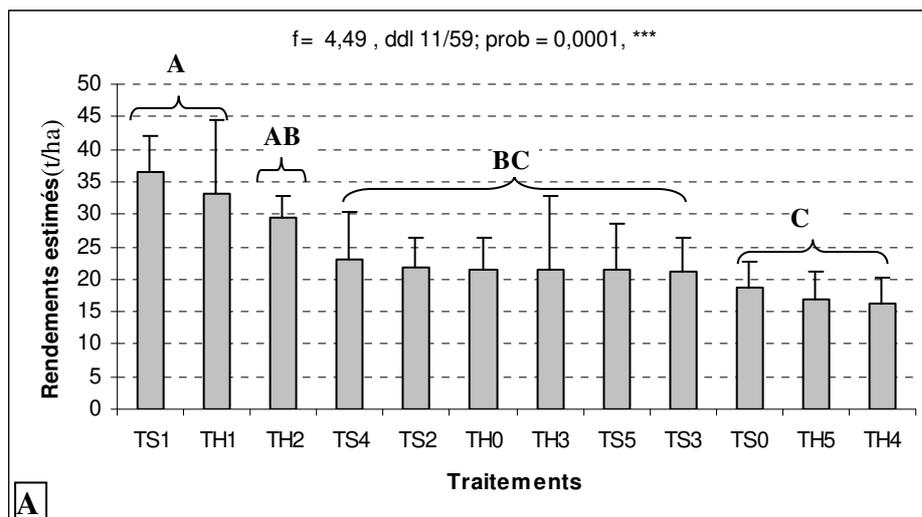


Figure 15 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Mondial ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

IV.2. Cas de la variété Désirée

La variété Désirée est caractérisée par un cycle végétatif mi-précoce à mi-tardif avec un bon rendement, des gros calibres et un nombre moyen de tubercules par plant (Catalogue Néerlandais, 2007).

1. Couverture du sol :

Le traitement TS1¹³ donne la valeur la plus élevée en couverture du sol avec 8.1 (sans unité), les traitements TH4¹⁴ et TH5¹⁵ montrent aussi une bonne couverture du sol (7,86 et 7,84 respectivement). Le traitement TS5¹⁶ montre le résultat le plus médiocre dont le taux n'a pas excédé 5,2. Les autres traitements notamment TS3¹⁷ et TS2¹⁸ donnent des valeurs intermédiaires situées entre 7,22 et 7,42 (figure 16). Cependant, l'analyse de la variance ne révèle pas d'effets significatifs.

Le traitement TS1 est caractérisé par un taux élevé en azote qui joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. Il entre, entre autres, dans la constitution des protéines, composés fondamentaux de la matière vivante (Skiredj, 2008).

2. Taux de matière sèche de la partie aérienne

Les traitements TS0¹⁹, TH5 et TH4 présentent les valeurs les plus élevées en termes du taux de matière sèche de la biomasse avec respectivement 16,89, 16,75 et 16,69 % (figure 17). Par contre, les traitements TH3 et TS5 donnent les valeurs les plus médiocres dont les taux n'excèdent pas 12,6 et 12,08 % respectivement. Les autres traitements notamment TS2 et TS1 montrent des valeurs intermédiaires de l'ordre de 15,06 et 14,92 % respectivement.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de matière sèche de la biomasse, et le test de la PPDS met en relief 4 groupes homogènes. Les trois traitements TS0 (témoin), TH5 et TH4 font partie du même groupe homogène caractérisé par la plus forte proportion de matière sèche de la partie aérienne.

Les traitements à base d'engrais importé (notamment TH5 et TH4) et le témoin donnent des valeurs plus ou moins élevées en comparaison avec les traitements à base d'engrais locaux. Dans ce cas là, nous assistons à un retard dans l'exportation des réserves depuis la partie aérienne vers les tubercules, impliquant ainsi une élongation du cycle de la culture.

¹³ TS1 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, date d'application même que la SAGRODEV.

¹⁴ TH4 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (69 JAP) + unika k 200 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

¹⁵ TH5 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (69 JAP) + unika k 140 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

¹⁶ TS5 : FF + super P 180 kg/ha + 15 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

¹⁷ TS3 : FF + super P 180 kg/ha + 21 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

¹⁸ TS2 : FF + super P 180 kg/ha + 15 kg solupotasse date d'application même que la SAGRODEV.

¹⁹ TS0 (témoin) : Fumure de Fond (FF) date et doses identique à celui de SAGRODEV.

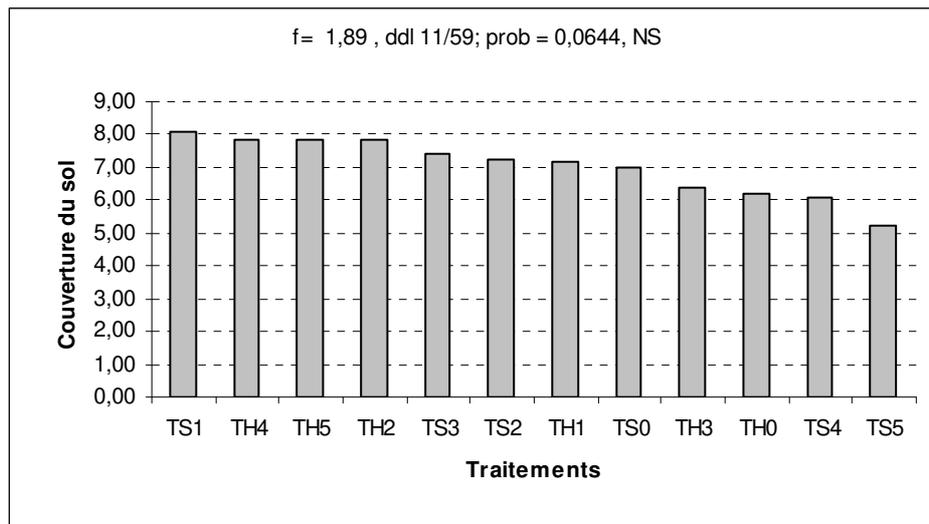


Figure 16 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Désirée 110 (JAP)

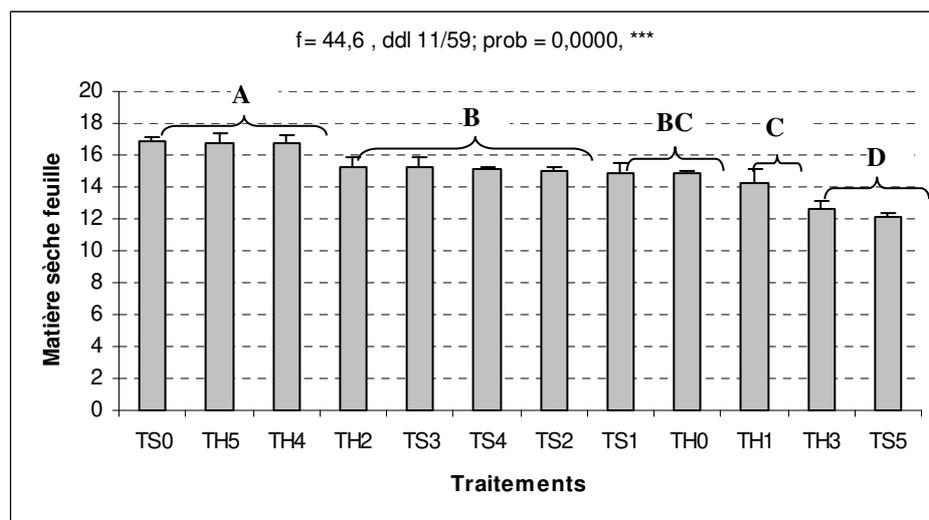


Figure 17 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche de la partie aérienne de la variété Désirée (130 JAP). Les lettres indiquent les groupes homogènes.

3. Nombre de tubercules

Quelle que soit la récolte, les traitements TH3²⁰, TH1²¹ et TH5 donnent les valeurs les plus élevées en termes de nombre de tubercules par plante avec respectivement 13,4, 13 et 13 tubercules/plante à 110 JAP, 12,4, 13,2 et 12,4 tubercules/plante à 120 JAP et 17,4, 16,2 et 16,4 tubercules/plante à 130 JAP. Les traitements TS4²² et TS5 montrent les plus faibles valeurs, quelle que soit la durée du cycle de la culture dont le nombre n'a pas excédé 8.6 et 8.2 tubercules/plante à 110 JAP, 9 et 7,2 tubercules/plante à 120 JAP et des faibles valeurs de l'ordre de 11,4 et 9,6 tubercules/plante à 130 JAP. Le traitement TS1 donne des valeurs moyennes à faibles quelle que soit la récolte (10,4, 9,4 et 12,8 tubercules/plante de la première, deuxième et troisième récolte respectivement). Les autres traitements notamment TH2²³ et TS2 donnent des résultats intermédiaires de l'ordre de 15,4 et 13,6 tubercules/plante à 130 JAP (figure 18C).

L'analyse de la variance de la première et la troisième récolte confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules par plante. L'analyse de la variance révèle des effets hautement significatifs pour la deuxième récolte, et le test de la PPDS met en relief 4 à 6 groupes homogènes selon la récolte (figure 18A, B, C).

Les traitements à base d'engrais importés donnent les meilleurs résultats en comparaison avec les traitements à base d'engrais locaux.

Un nombre élevé de tubercules par plante est très avantageux en multiplication de semences. D'après la figure 18, il ressort que les traitements TH3 et TH5 donnent les meilleurs résultats. Si on compare le nombre de tubercules par plante du traitement TH3 avec le témoin (TS0) durant la troisième récolte (moment approprié pour la récolte) on trouve que la différence est significative dont le taux d'amélioration est de 19 %. Le traitement TS1 ne donne que de faibles valeurs, ceci est dû probablement à la physiologie de la variété Désirée. En revanche, le traitement TH5 à base d'engrais importés, donne des valeurs élevées (environ 16.4 tubercules/plante). Pour ce paramètre, la récolte à 130 JAP serait la plus appropriée. Il reste à savoir si le nombre élevé de tubercules obtenu avec les traitements TH3 et TH5 correspond à un calibre acceptable pour le marché de semences.

²⁰ TH3 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (69 JAP) + unika k 160 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

²¹ TH1 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (78 JAP) + unika k 200 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

²² TS3 : FF + super P 180 kg/ha + 21 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

²³ TH2 : FF + blanc 160kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (78 JAP) + unika k 140 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

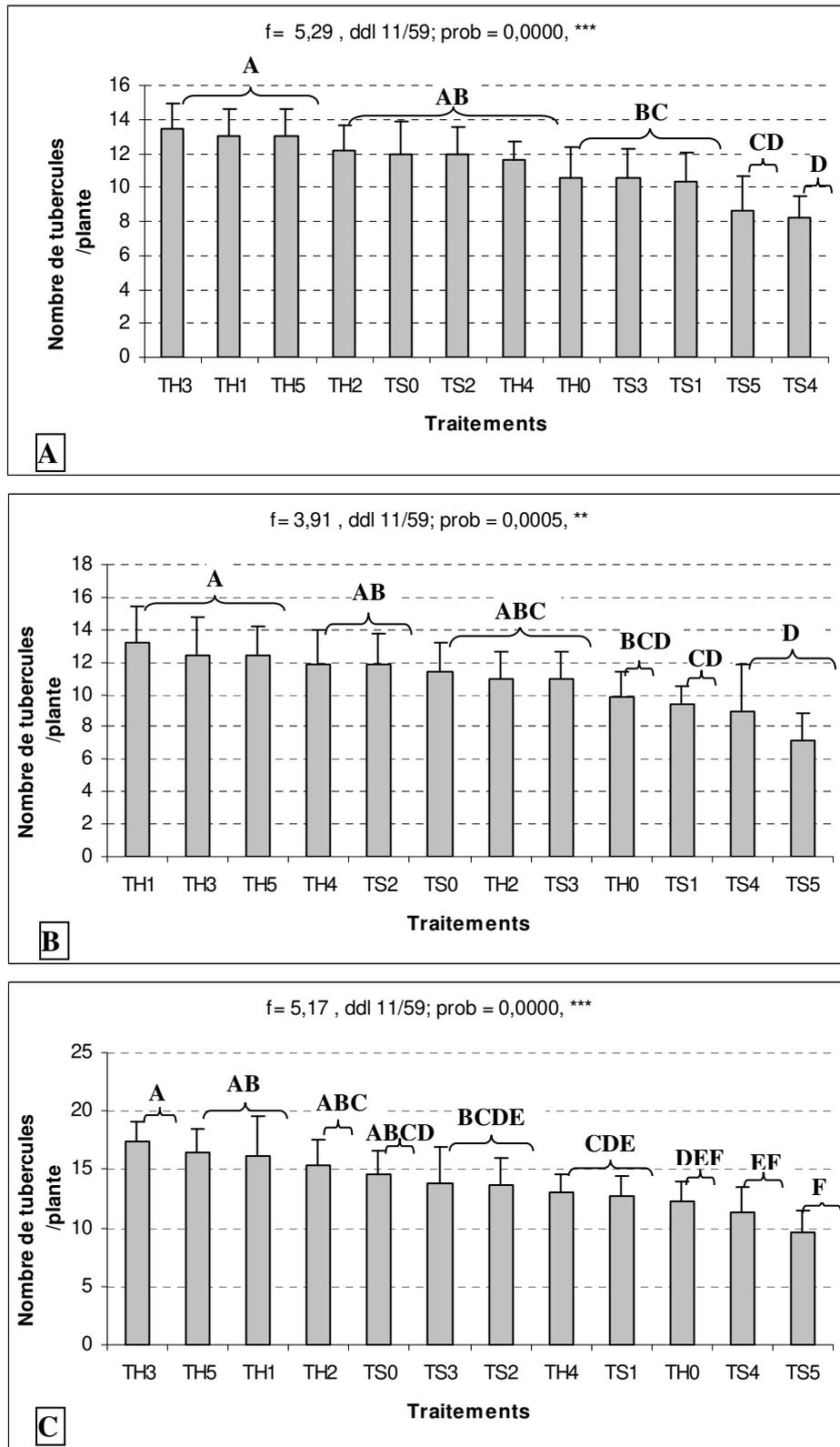


Figure 18 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Désirée ; A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

4. Calibre des tubercules

Le traitement TS0, donne le meilleur résultat avec 9,4 tubercules semences à 110 JAP (figure 19), il donne une valeur moyenne de 6 tubercules-semences à 120 JAP avec 4 gros tubercules (voir annexe), il donne aussi une faible valeur de 6,4 tubercules semences à 130 JAP avec 5,4 tubercules de gros calibre et 3 tubercules de petit calibre. Le traitement TH5 montre les meilleurs résultats en calibre semence à 130 JAP avec 12 tubercules-semences, il donne une bonne moyenne (8,4 et 8 tubercules de bon calibre) à 110 et 120 JAP avec un nombre acceptable de gros et petits calibre (voir annexe). Le traitement TS2 montre le meilleur résultat à 120 JAP avec plus de 9,2 tubercules-semences, il donne une valeur moyenne de près de 8 tubercules de classe 28-45 mm à 110 JAP, il donne plus de 8,2 tubercules de bon calibre à la troisième récolte. Il montre des valeurs acceptables de gros et petits calibres pour les trois récoltes.

Les traitements TS4, TS1, TS3 et TS5 (traitements à base d'engrais local) montrent des valeurs faibles à 110 JAP avec respectivement 3,4, 3,6, 4 et 4,6 tubercules classe semence. Les deux traitements TH4 et TH2 montrent les plus faibles valeurs à 120 JAP avec 3 tubercules de classe 28-45 mm. Les autres traitements notamment TH1 et TH0 donnent des valeurs intermédiaires de l'ordre de 7,8 et 6,8 tubercules de bon calibre à 110 JAP, 6 et 4 tubercules-semences à 120 JAP, 8 et 8,4 tubercules semences à la troisième récolte.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules de la classe 28-45 mm, et le test de la PPDS met en relief 4 groupes homogènes à 110 JAP, 6 groupes homogènes à 120 JAP et 7 groupes homogènes à 130 JAP.

Les traitements TH5 et TH3 montrent des améliorations en termes de calibre moyen, une augmentation nettement significative de plus de 87 % et 43% respectivement en comparaison avec le témoin (TS0) à 130 JAP. Le traitement TH5 montre un nombre acceptable de gros tubercules à la troisième récolte (2 gros tubercules et 2,6 petits tubercules) (voir annexe). Il ressort de l'analyse que la troisième récolte (130 JAP) présente le moment le plus propice à la récolte. Le traitement TH5 a enregistré une augmentation de plus de 42 % entre la première et la dernière récolte.

Nous avons jugés d'après les résultats du nombre de tubercules par plante que la troisième récolte est la plus importante dont le nombre de tubercule semences est nettement plus élevé, les deux traitements TH5 et TH3 ont donné toujours les meilleurs résultats avec respectivement 12 et 9,2 tubercules classe 28-45 mm à 130 JAP.

Le témoin TS0 donne de gros tubercules en deuxième et troisième récoltes (4 et 5,4). Dans ce cas là, une bonne partie des tubercules (calibre supérieur à 45 mm) sera déclassée et donc ne peut être utilisée comme semences. La réalisation d'un bon rendement ne doit pas se faire sans prendre en considération les calibres convenables à la multiplication, pour répondre à la demande du marché en semences.

Il ressort de l'analyse que le traitement TH5 est le plus intéressant pour le paramètre calibre moyen des tubercules.

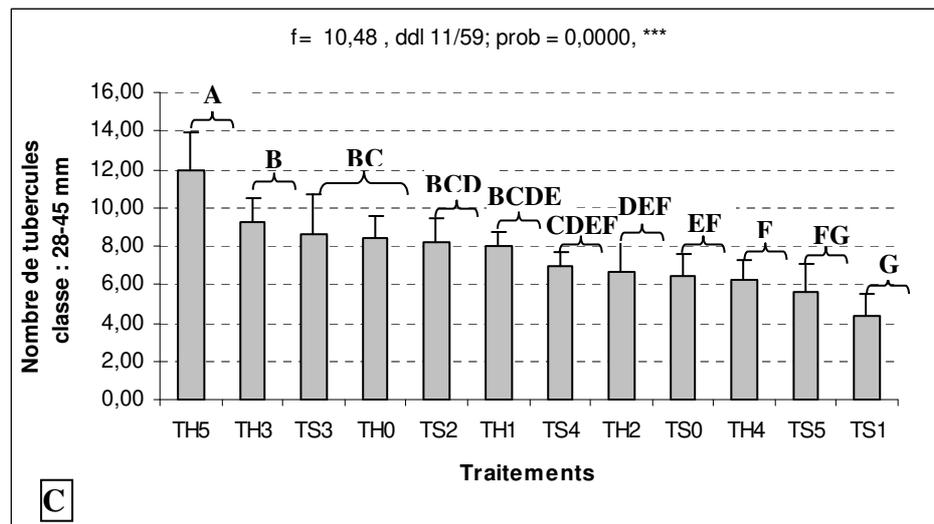
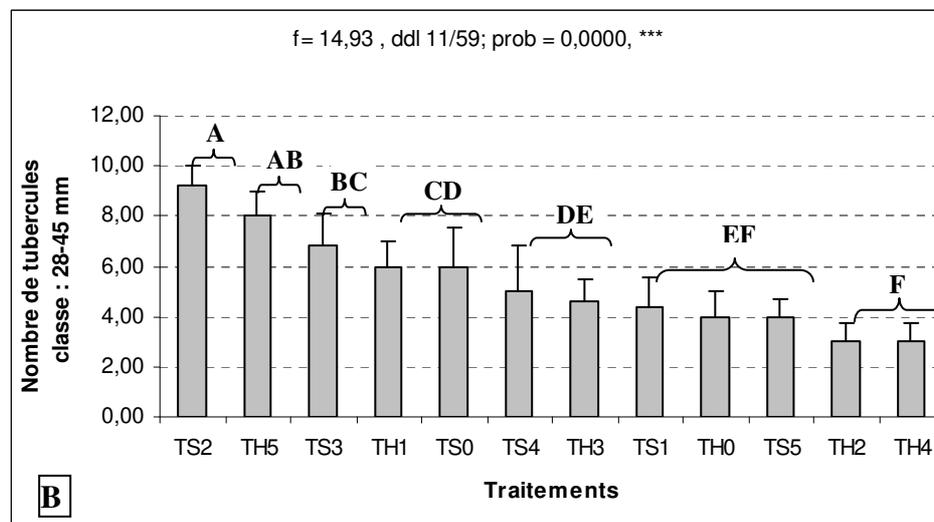
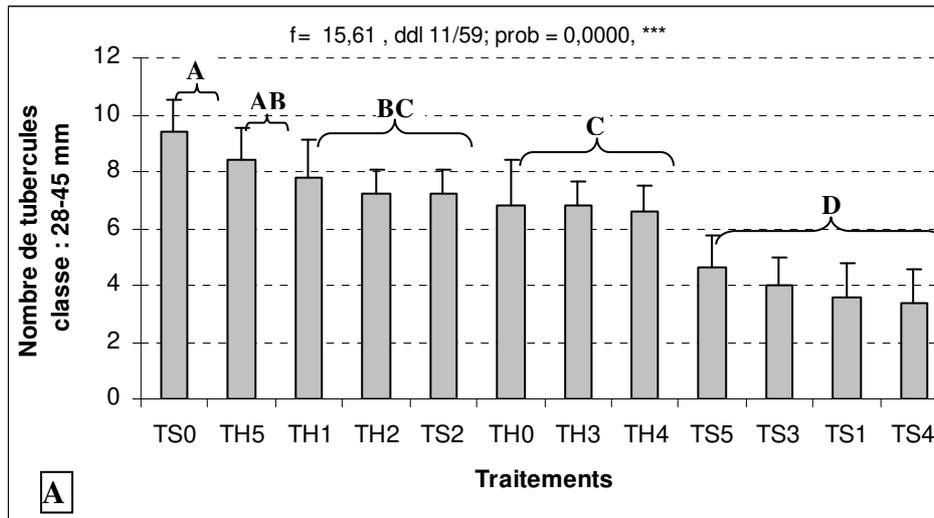


Figure 19 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Désirée ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

5. Matière sèche (Tubercules)

Le traitement TH4 montre le taux de matière sèche le plus élevé avec 26,49 %, les traitements TS4, TS3, TS5 et TS2 montrent aussi des taux élevés de 23,2, 22,8, 22,52 et 22,14 %. Le traitement TS0 (témoin) donne le taux le plus médiocre avec 16,65 %. Le traitement TH5 a donné un taux acceptable de plus de 21,86 %, TH3 montre 20,77 %. Les autres traitements notamment TH2 et TS1 donnent des valeurs intermédiaires supérieures à 21 %. Les deux traitements TH1 et TH0 montrent des faibles taux de matière sèche des tubercules (inférieurs à 20 %).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de la matière sèche des tubercules, et le test de la PPDS met en relief 11 groupes homogènes (figure 20).

Le traitement TH4 a montré un taux élevé de 26 % de matière sèche des tubercules, une amélioration nettement significative de plus de 59 % en comparaison avec le témoin (TS0) qui donne un très faible taux de 16,65 %. Le traitement TH5 montre une augmentation nettement significative de plus de 31 % en comparaison avec le témoin (TS0). Le traitement TS1 montre une augmentation nettement significative de plus de 26 %

Il est à noter que le témoin a donné des valeurs plus ou moins acceptables pour quelques paramètres mais avec une très faible accumulation de matière sèche au niveau des tubercules. Un taux élevé de matière sèche est très avantageux en multiplication de semences de pomme de terre car il permet une meilleure consommation de celles-ci, avec une meilleure résistance aux blessures. Un faible taux de matière sèche favorise les attaques des maladies (fongiques surtout) durant la phase d'entreposage.

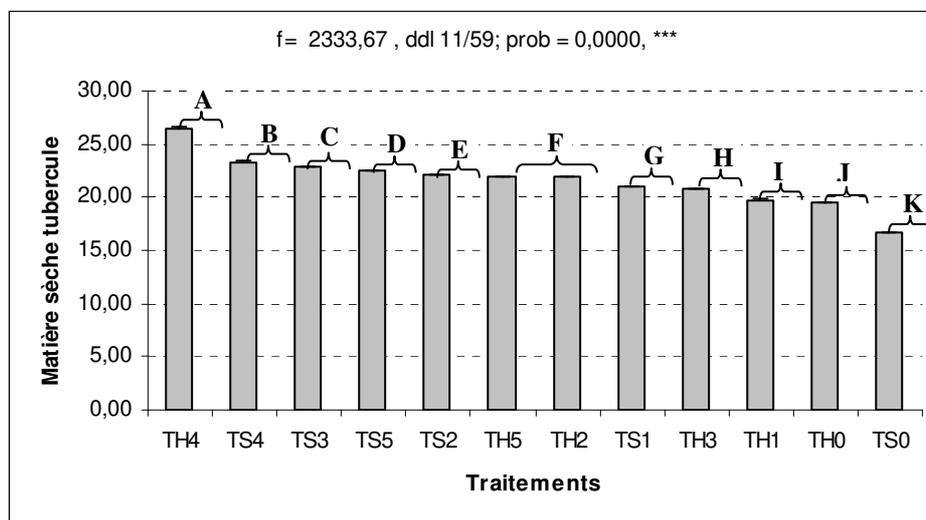


Figure 20 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche des tubercules de la variété Désirée (130 JAP). Les lettres indiquent les groupes homogènes

6. Rendements estimés

Quelle que soit la récolte, les deux traitements TH3 et TH2 sont les plus productifs en termes de rendement estimé à l'hectare, avec 36,2 et 31,8 t/ha à 110 JAP, 33,6 et 32 t/ha à 120 JAP et 40,4 et 37,2 t/ha à 130 JAP. Le traitement TS5 montre les résultats les plus médiocres dont le rendement n'a pas excédé 16,6 t/ha à 120 JAP. Les autres traitements, notamment TH5 et TH4, donnent des rendements estimés intermédiaires de près de 30 t/ha durant toutes les récoltes (figure 21A, B, C). Le témoin a donné des rendements plus ou moins élevés de l'ordre de 31, 31,2 et 36.8 t/ha à 110, 120 et 130 JAP respectivement.

L'analyse de la variance ne révèle pas d'effets significatifs de la première et la troisième récolte, l'ANOVA confirme l'existence d'un effet significatif du traitement appliqué sur le rendement estimé à 120 JAP, et le test de la PPDS met en relief 4 groupes homogènes (figure 21B).

Par ailleurs, l'augmentation du rendement entre la première et la dernière récolte, est de 18,7 % pour le témoin (TS0), 13,19 % pour le TH5 et 11,6 % pour le TH3. Cette augmentation pourrait être considérée comme importante vu le nombre de jours nécessaires pour sa réalisation (20 jours entre la première et la troisième récolte).

En fin, et par rapport à la problématique de départ qui consiste à savoir parmi les deux régimes de fertilisation (SAGRODEV, SAGRODEV modifié, Hydrosoluble avec ses différentes variantes) combinées à des dates d'applications différentes, il ressort de l'étude que le traitement TH3 (*FF + blanc 160 kg/ha (43JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (69 JAP) + unika k 160 kg/ha (78 JAP) dates avancées*), est le plus performant pour ce paramètre.

En termes de rendement réel en semence (à la troisième récolte), le traitement TH3 produit ($40,4 \times 52,8 \%$ (*pourcentage du calibre semences*) = **21,3 t/ha**) contre ($36,8 \times 43,8 \%$ = **16.1 t/ha**) pour le témoin TS0. Le traitement TS1 produit ($34,6 \times 34,3 \%$ = **11,8 t/ha**). En revanche si on prend le traitement TH5 il produit ($32,6 \times 73,1 \%$ = **23,8 t/ha**)

En termes de coût, le régime SAGRODEV revient à 34 704,00 DA, TH5 à 93 090,00 DA et le TH3 à 96 220,00 DA. Le TH3 étant très coûteux, il doit être écarté, mais le traitement TH5 par contre, même s'il coûte chère, il présente un écart de rendement estimé avec le TS0 de l'ordre de 7,7 tonnes/ha, justifiant son maintien. Le même traitement présente en outre, un meilleur taux de matière sèche permettant un meilleur entreposage.

Le traitement TS2 qui coûte beaucoup moins chère a montré des valeurs acceptables à la deuxième récolte il peut être un traitement important pour le marché de semences surtout quand il s'agit d'un rendement réel meilleur à 120 JAP de 19,9 t/ha ($25,6 \times 78 \%$ = **19,9 t/ha**).

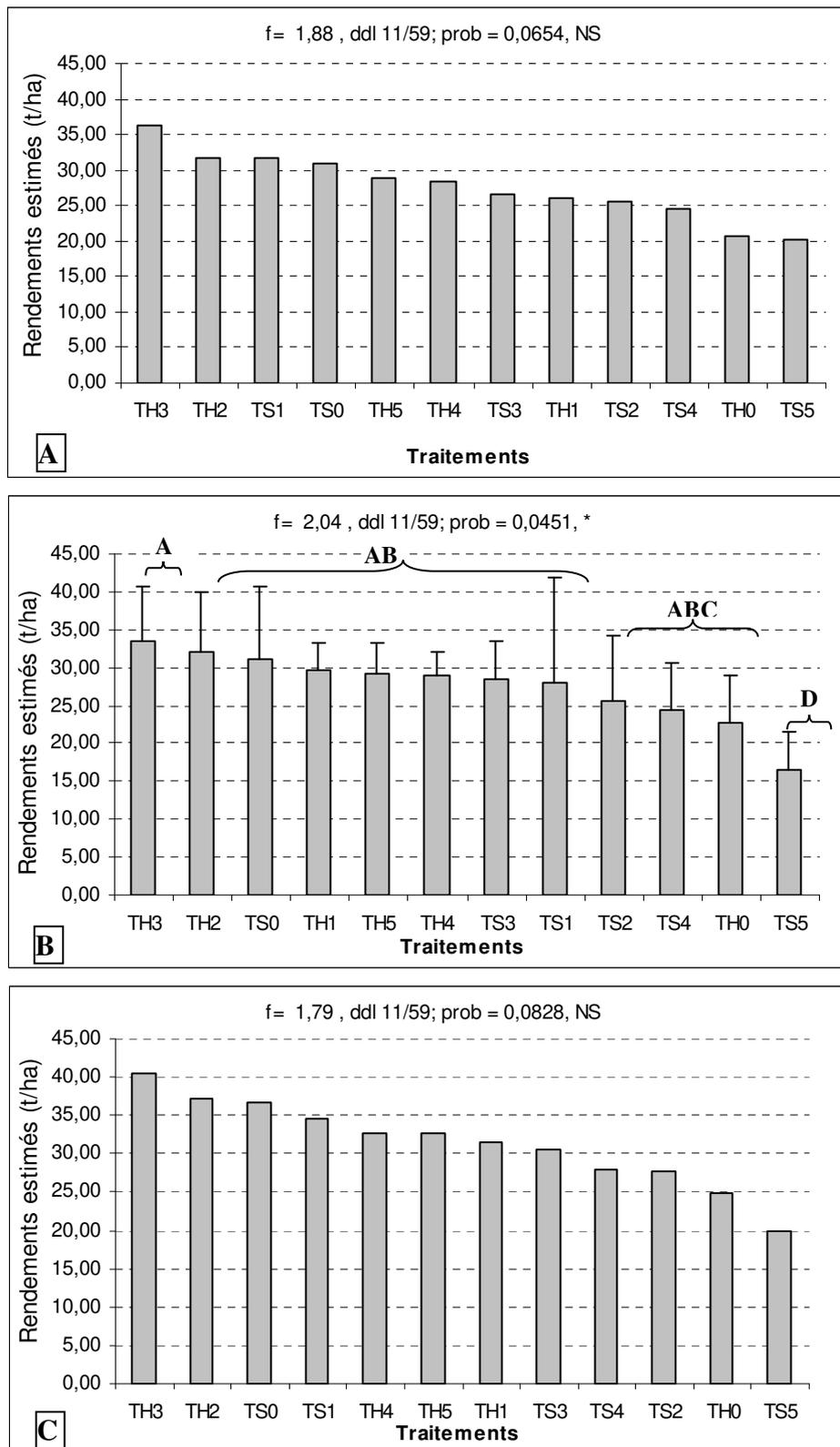


Figure 21 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Désirée ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

IV.3. Cas de la variété Diamant

La variété Diamant est caractérisée par un cycle de culture demi tardif, un bon rendement et une teneur élevée en matière sèche (Catalogue Néerlandais, 1994).

1. Couverture du sol

Le traitement TS1²⁴ donne la valeur la plus élevée pour ce qui est taux de couverture du sol avec respectivement 8,6. Les deux traitements TH2²⁵ et TS0²⁶ montrent les résultats les plus médiocres dont les taux n'excèdent pas 5,48 et 5,18 respectivement. Les autres traitements notamment TH5²⁷ et TH1²⁸ donnent des valeurs intermédiaires respectives de 7,8 et 7,2 (figure 22).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de couverture du sol, et le test de la PPDS met en relief 4 groupes homogènes. Les deux traitements TH2 et TS0 font partie du même groupe homogène, idem pour les traitements TH3²⁹, TH4 et TH5 dont les résultats sont acceptables. Le traitement TS1 présente par rapport au témoin une amélioration nettement significative de la couverture du sol égale à 66 %.

2. Matière sèche (Partie aérienne)

Les deux traitements TS3 et TS4 présentent les valeurs les plus élevées en matière sèche de la biomasse aérienne avec respectivement 20,19 et 19,83 % (figure 23). Par contre, les traitements TS1, TH1 et TH3 donnent les valeurs les plus faibles dont les taux ne dépassent pas respectivement 16,27, 15,35 et 15,12 %. Les autres traitements notamment TS2 et TH2 montrent des valeurs intermédiaires de l'ordre de 18,83 et 17,05 %.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de la matière sèche de la biomasse, et le test de la PPDS met en relief 6 groupes homogènes. Les deux traitements TS1 et TH1 donnent des faibles valeurs en comparaison avec les autres traitements.

²⁴ TS1 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, date d'application même que la SAGRODEV.

²⁵ TH2 : FF + blanc 160kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (78 JAP) + unika k 140 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

²⁶ TS0 (témoin) : Fumure de Fond (FF) date et doses identique à celui de SAGRODEV.

²⁷ TH5 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (69 JAP) + unika k 140 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

²⁸ TH1 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (78 JAP) + unika k 200 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

²⁹ TH3 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (69 JAP) + unika k 160 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

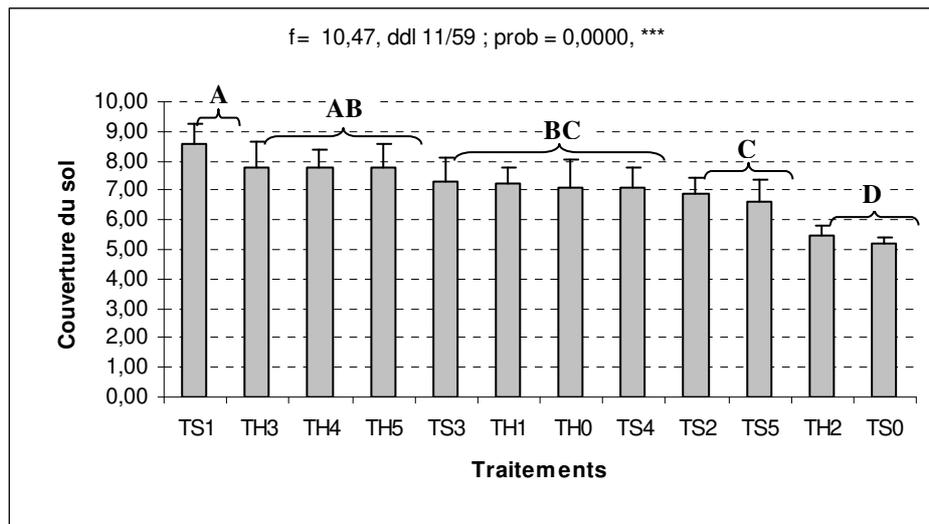


Figure 22 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Diamant 110 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

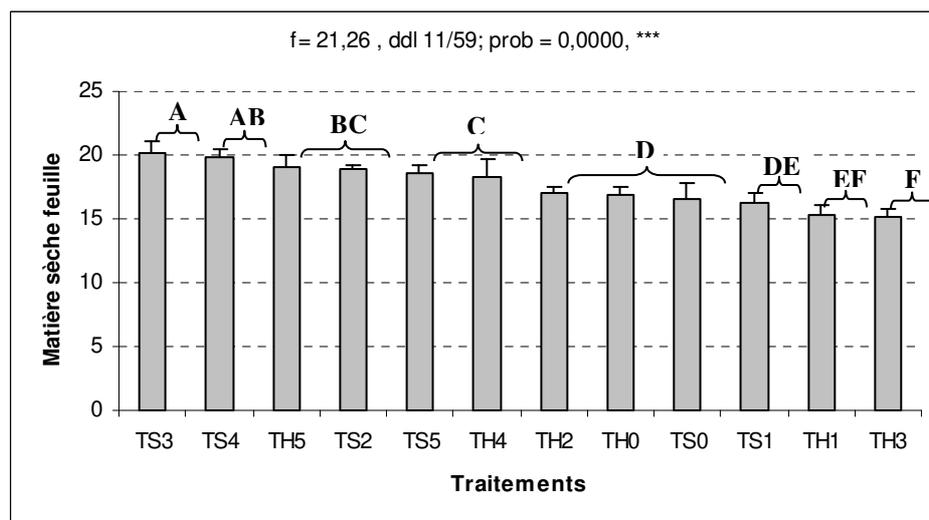


Figure 23 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de matière sèche biomasse de la variété Diamant à 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

3. Nombre de tubercules

Le traitement TH1 donne les valeurs les plus élevées pour le nombre de tubercules/plante à la première et la deuxième récolte avec respectivement 12,6 et 11,8. Le traitement TS1 montre aussi des valeurs élevées pendant toutes les récoltes égales à 11,4, 11,2 et 11,6 tubercules/plante respectivement à 110, 120 et 130 JAP. Le traitement TH4 donne aussi des valeurs élevées durant la première et la troisième récolte avec respectivement 11,6 et 11,6 tubercules/plante (figure 24A et C). Le traitement TS0 donne un faible nombre de tubercules par plante soient 7 à 110 JAP, 6,4 à 120 JAP et 8,4 à 130 JAP. Les autres traitements notamment TS2³⁰ et TH2 donnent des valeurs intermédiaires de 9,2 et 10,6 tubercules/plante (110 JAP), 8,8 et 9,8 (120 JAP) et 11 et 9,6 (130 JAP).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules par plante, et le test de la PPDS met en relief 6 à 5 groupes homogènes selon la récolte (figure 12A, B, C).

Il ressort de l'analyse que le traitement TS1 donne des valeurs acceptables aux trois récoltes effectuées. Si on compare le nombre de tubercules par plante du traitement TS1 avec le témoin SAGRODEV (TS0) à 120 JAP (moment approprié pour la récolte) on trouve que la différence est nettement significative dont le taux d'amélioration est de 75 %, et le taux d'amélioration du traitement TH1 par rapport à TS0 dépasse 84 %.

Il reste à savoir si le nombre élevé de tubercules obtenu avec les traitements TS1 et TH1 correspond à un calibre acceptable pour la multiplication de semences.

³⁰ TS2 : FF + super P 180 kg/ha + 15 kg solupotasse date d'application même que la SAGRODEV.

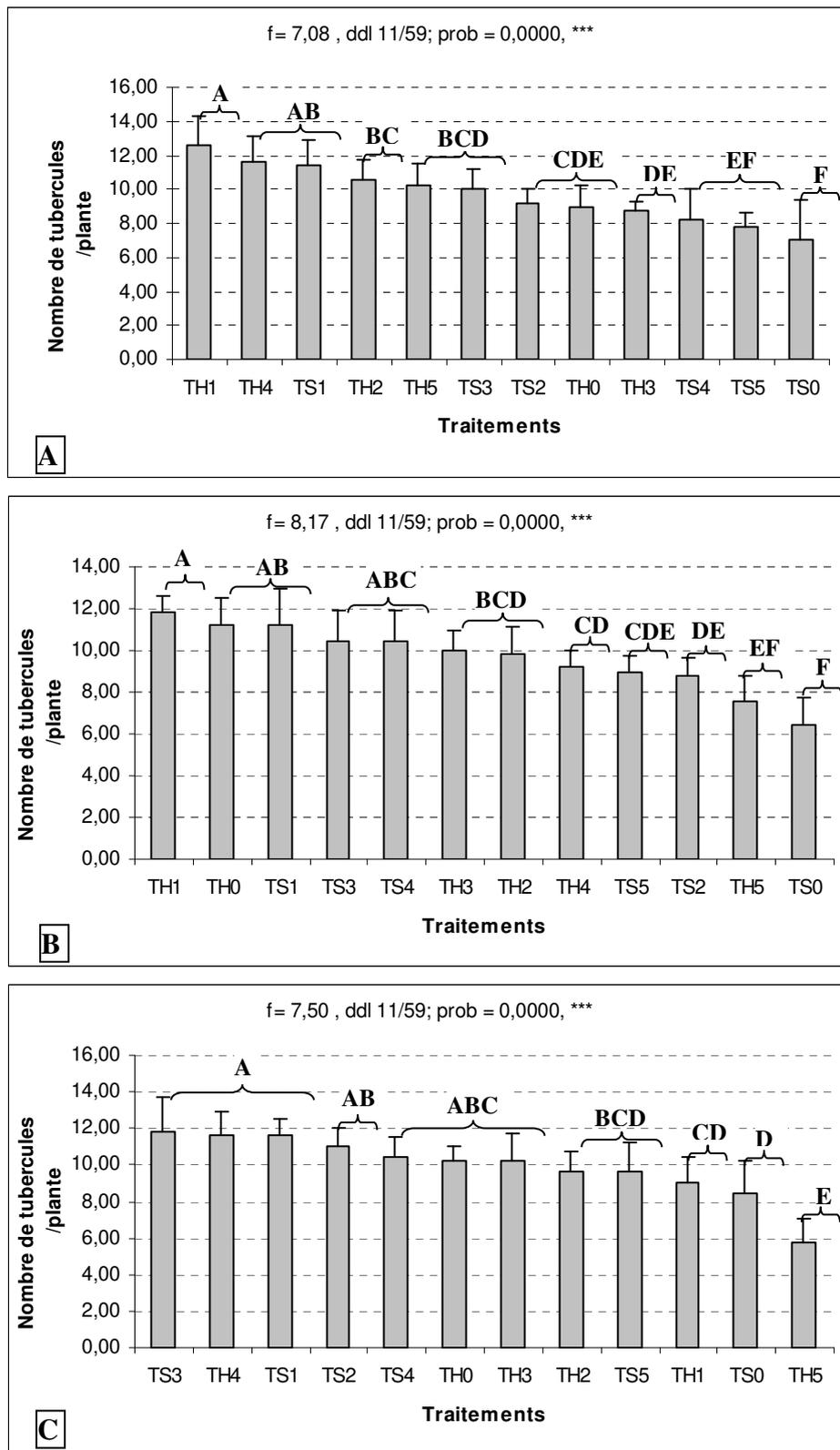


Figure 24 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Diamant ; A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

4. Calibre de tubercules

Le traitement TS1 donne les valeurs les plus élevées en tubercules de bon calibre (28 – 45 mm) avec respectivement 5,4 et 5,8 tubercules à 110 et 120 JAP (figure 25 A et B), il donne une valeur moyenne à la troisième récolte avec 4,2 tubercules-semences. Le traitement TS3 donne des valeurs acceptables durant les trois récoltes effectuées à l'ordre de 5, 5 et 4,6 tubercules de bon calibre selon la récolte. Quelle que soit la récolte, le traitement TH5 montre les valeurs les plus médiocres dont le nombre n'excède pas 1 tubercule de bon calibre à la première récolte, 0,2 à la deuxième récolte et 1,6 à la troisième récolte (figure 25 A, B et C). Les autres traitements notamment TS3³¹ et TS2 donnent des valeurs intermédiaires de l'ordre de 5 tubercules de bon calibre par plant (figure 25A, B, C).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules de bon calibre, et le test de la PPDS met en relief 6 groupes homogènes à 110 JAP, et 4 groupes homogènes à 120 JAP et 6 groupes homogènes à la troisième récolte.

Le traitement TS1 montre une valeur moyenne à la troisième récolte à cause du grossissement excessif des tubercules (7 gros tubercules). Le grossissement des tubercules du traitement TS1 est remarqué à partir de la deuxième récolte. Il montre un nombre important de tubercules de bon calibre à 120 JAP de l'ordre de 5,8 tubercules et environ 4 gros tubercules et 1,6 petit tubercules (voir annexe). A 130 JAP, une bonne proportion des tubercules de calibre semence passent hors calibre (> 45 mm), ils seront donc déclassés du calibre semences. Il ressort ainsi, de l'analyse que la deuxième récolte (120 JAP) présente le moment le plus propice à la récolte avec 5,8 tubercules de bon calibre. Le taux d'amélioration du traitement TS1 en comparaison avec le témoin (TS0) est nettement significatif de 16 %, et une augmentation de 7 % entre la première et la deuxième récolte. Le traitement TH1 montre à 120 JAP une faible valeur inférieure à celle du témoin (TS0).

Ainsi en se basant sur le nombre de tubercules de classe semences, on pourrait envisager, avec le TS1, de produire à la densité de 54000 plants/ha, ($54000 \times 5,8 = 313200$) tubercules de classe semences, permettant de planter de nouveaux sur 6 ha au lieu de ($54000 \times 4,2 = 226800$) tubercules ne permettant de planter que 4,2 ha avec le témoin (TS0).

³¹ TS3 : FF + super P 180 kg/ha + 21 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

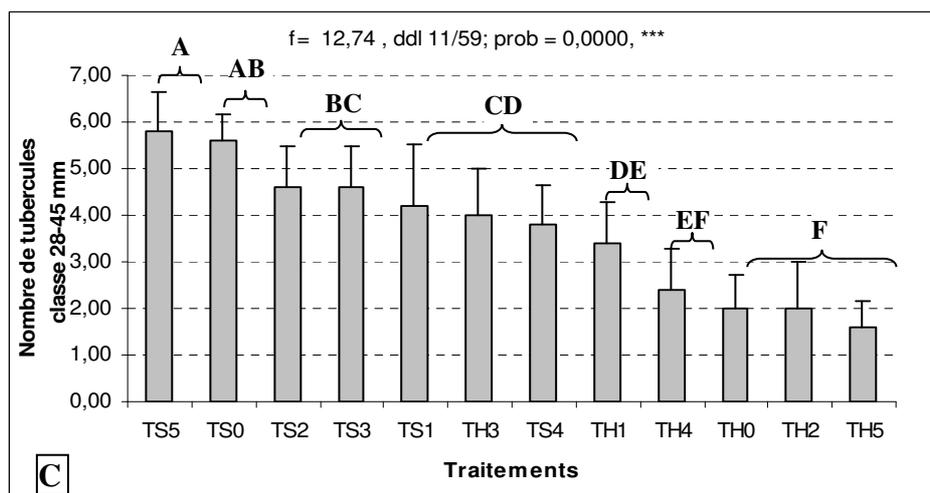
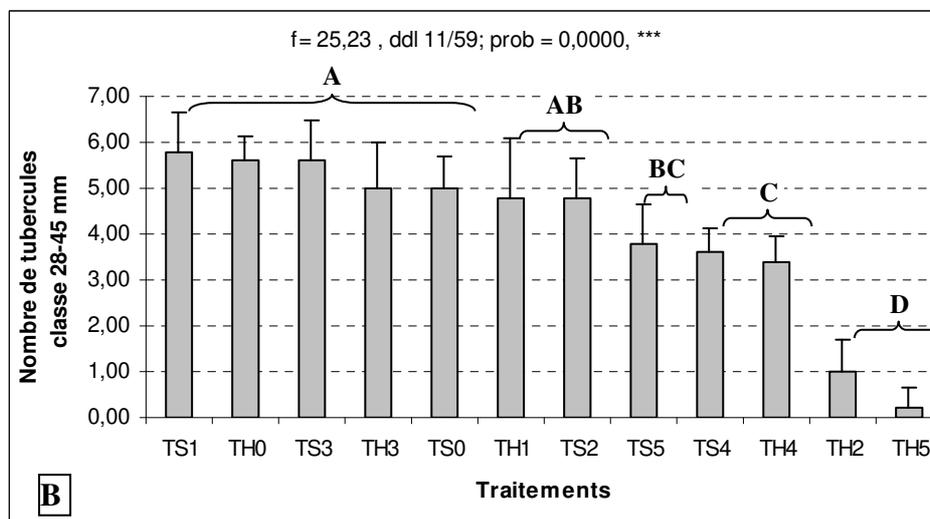
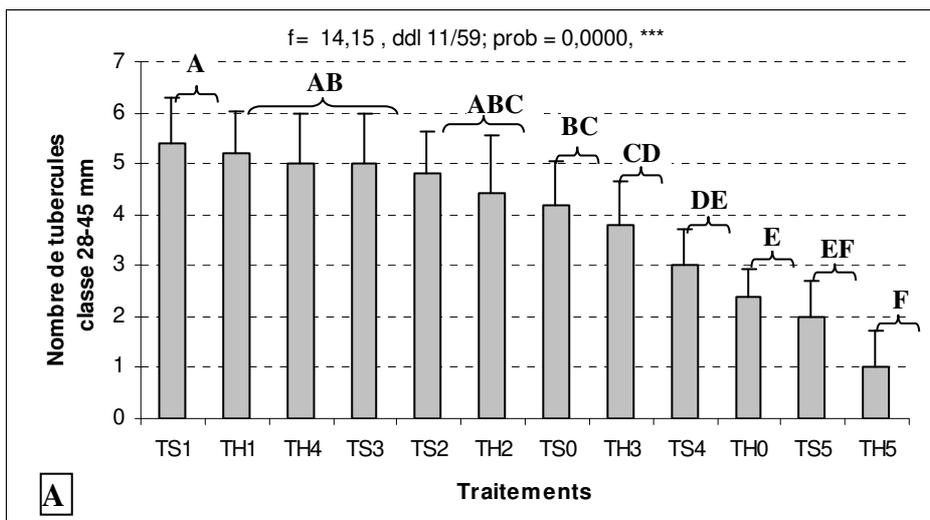


Figure 25 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Diamant ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

5. Matière sèche (Tubercules) à 130 JAP

Les deux traitements TS1 et TH3 sont les plus intéressants du point de vue matière sèche des tubercules avec respectivement 29,21 et 28,59 %. Les traitements TS2 et TS5 montrent les résultats les plus médiocres dont les taux ne dépassent pas 19,9 et 21,09 %. Les autres traitements à base d'engrais locaux donnent tous des valeurs moyennement faibles notamment TS4³², TS3 et TS0 avec respectivement 24,83, 24,5 et 24,4 %. Les traitements, notamment TH2 et TH1, donnent des taux intermédiaires, respectivement 26,26 et 25,83 %. Les autres traitements à base d'engrais importés donnent tous des valeurs élevées notamment TH5 et TH4 avec 26,48 et 26,44 %.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de la matière sèche des tubercules, et le test de la PPDS met en relief 9 groupes homogènes (figure 26).

Les traitements à base d'engrais importés montrent des valeurs élevées en comparaison avec les traitements à base d'engrais locaux, à l'exception du traitement TS1 qui montre une nette supériorité. Si on compare le traitement TS1 avec le témoin (TS0) on trouve que la différence est nettement significative dont le taux d'amélioration dépasse 19,7 %. Par contre, le traitement TH1 qui représente le meilleur engrais pour la majorité des paramètres, montre un taux d'amélioration moyennement faible (5,8 %). Les faibles taux de matière sèche favorisent les attaques par des maladies (fongique et bactérienne) au cours de l'entreposage impliquant une dévalorisation du produit sur le marché. Le témoin (TS0) donne un taux moyennement faible (24,4 %), ce qui risque de diminuer la qualité des tubercules lors de la phase de conservation.

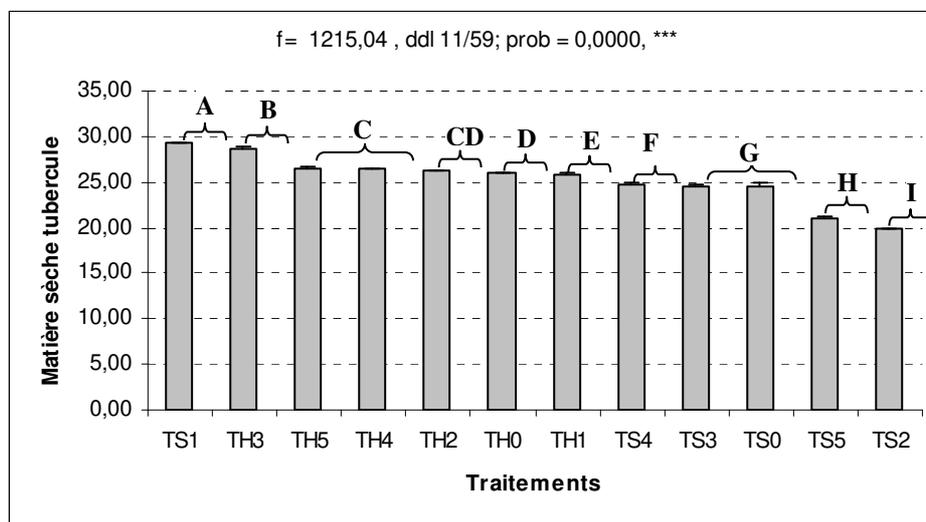


Figure 26 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche de la variété Diamant (130 JAP) ; Les lettres indiquent les groupes homogènes

³² TS4 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

6. Rendements estimés

Les traitements TH4, TS1 et TH1 sont les plus productifs en terme de rendement estimé à l'hectare avec respectivement 44,6, 44,8 et 44,2 t/ha (à la première récolte). Les deux traitements TH1 et TS1 donnent les meilleurs valeurs à la deuxième récolte avec respectivement 48,4 et 45,6 t/ha. Le traitement TS1 donne un résultat très élevé à la troisième récolte avec 55,6 t/ha. Les traitements TH5 et TS0 montrent les résultats les plus médiocres dont les rendements n'ont pas excédé 23,8 t/ha à la deuxième récolte. Les autres traitements, notamment TH2 et TS3, donnent des rendements estimés intermédiaires de l'ordre de 43,2 et 33,6 t/ha à la deuxième récolte (figure 27B).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le rendement estimé, et le test de la PPDS met en relief 5 à 7 groupes homogènes selon la récolte (figure 27A, B et C). L'augmentation du rendement entre la première et la dernière récolte, est de 24,1 % pour le traitement TS1. Cette augmentation pourrait être considérée comme importante vu le nombre de jours nécessaires pour sa réalisation (20 jours entre la première et la troisième récolte).

En fin, et par rapport à la problématique de départ qui consiste à savoir parmi les deux régimes de fertilisation (SAGRODEV, SAGRODEV modifié, Hydrosoluble avec ses différentes variantes) combinées à des dates d'applications différentes, il ressort de l'étude que les deux traitements TS1 et TH1 sont les plus performant pour ce paramètre.

On pourrait donc conclure que par rapport au régime de fertilisation de SAGRODEV (TS0), les régimes TS1 et TH1 permettent des augmentations conséquentes de rendement soit respectivement, à la deuxième récolte, 117 % et 130 %. Etant donné que la différence de rendement entre ces deux traitements n'est que de 6,1 %, on peut retenir le régime de fertilisation basé sur les engrais utilisés par la SAGRODEV, mais avec de profondes modifications aussi bien en terme de quantité que de dates d'application.

En terme de rendement réel en semence (à la deuxième récolte), le traitement TS1 produit $(45,6 \times 51,7 \%$ (*pourcentage du calibre semences*) = **23,5 t/ha**) contre $(21 \times 78 \%$ = **16,3 t/ha**) pour le témoin TS0 (le double).

En terme de coût, le régime SAGRODEV (témoin) revient à 34 704,00 DA, TS1 à 39 060,00 DA et le TH1 à 102 480,00 DA. Le TH1 étant très coûteux, il montre un faible taux de matière sèche des tubercules, il doit être écarté. Le traitement TS1 par contre n'étant pas significativement plus cher que TS0, il doit être envisagé pour une amélioration considérable de plus de 100 % du rendement en tubercules chez la variété Diamant. Nous pouvons donc conclure l'importance du traitement TS1 qui montre un résultat satisfaisant du point de vue calibre, précocité de la récolte, prix de revient et bonne aptitude à l'entreposage.

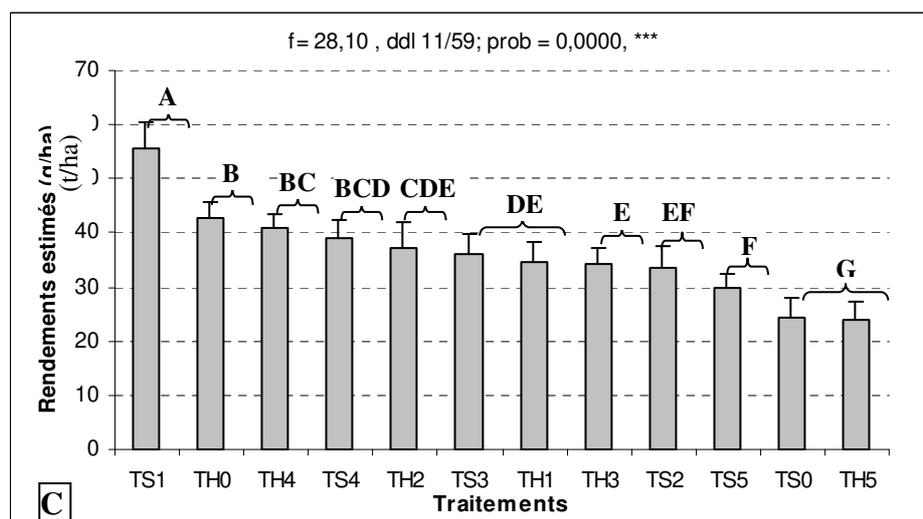
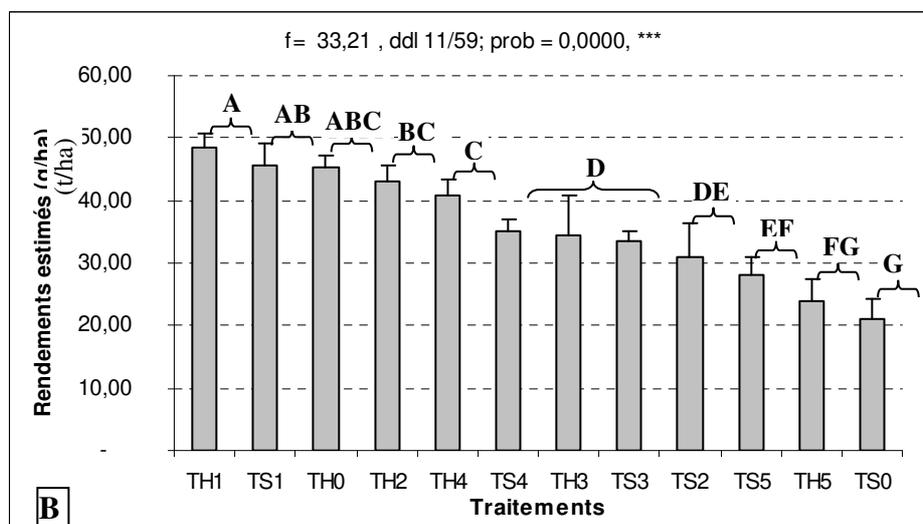
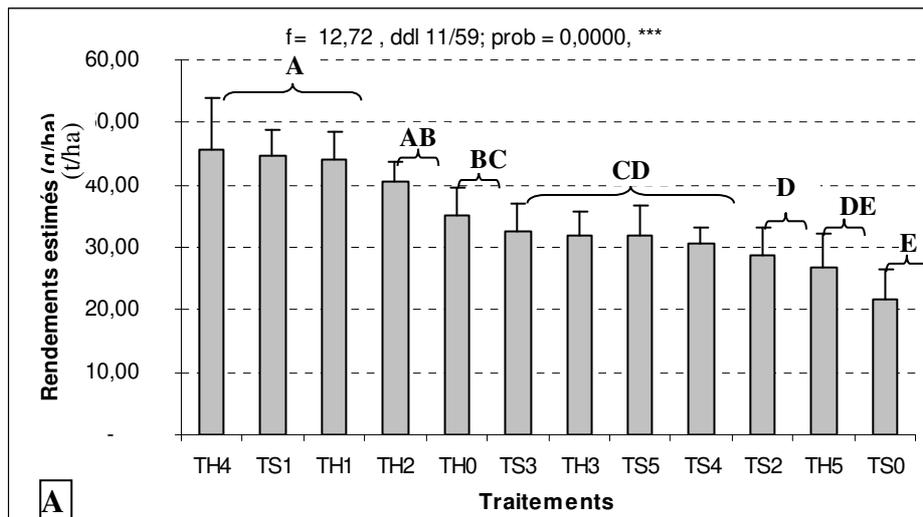


Figure 27 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Diamant ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP - Les lettres indiquent les groupes homogènes

IV.4. Cas de la variété NCOLA

La variété Nicola est caractérisée par un cycle de culture mi-précoce à mi-tardif avec un bon rendement et calibrage uniforme (Catalogue Néerlandais, 2007).

1. Couverture du sol :

Les traitements TH0³³, TH1³⁴ et TS1³⁵ donnent les valeurs les plus élevées du point de vue couverture du sol avec respectivement 7,2, 7,0 et 7,0 (figure 28). Les traitements TS0³⁶, TH3³⁷ et TH4³⁸ montrent les résultats les plus médiocres dont les taux n'ont pas excédés 5,7, 5,74 et 5,84 respectivement. Les autres traitements notamment TS3 et TS2 donnent des valeurs intermédiaires de l'ordre de 6,5 et 6,2.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet significatif du traitement appliqué sur le taux de couverture du sol, et le test de la PPDS met en relief 3 groupes homogènes. Les deux traitements TH1 et TS1 font partie du même groupe homogène, idem pour les traitements TH2, TH3, TH4 et TS0, ils sont caractérisés par des taux de couverture médiocres.

Les traitements TS1 et TH1 sont caractérisés par un taux élevé en azote par rapport aux autres traitements. Ceci a conduit inévitablement à l'obtention d'un taux plus important de couverture du sol.

2. Matière sèche (Partie aérienne)

Les traitements TH5 et TS0 présentent les valeurs les plus élevées en terme de taux de matière sèche de la partie aérienne avec 19,34 et 17,80 % respectivement (figure 29). En revanche, le traitement TS2 donne une faible valeur dont le taux n'a pas excédé 11 %. Les autres traitements TH1 et TS1 notamment, montrent des valeurs intermédiaires de l'ordre de 16,91 % à 16,67 %.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de la matière sèche de la partie aérienne, et le test de la PPDS met en relief 8 groupes homogènes. Le traitement TS0 donne une valeur élevée, cela explique l'accumulation des réserves au niveau de la partie aérienne. Ce taux élevé de la matière sèche au niveau des feuilles peut conduire à un faible taux de matière sèche des tubercules par manque de translocation des réserves.

³³ TH0 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (78 JAP) + unika k 160 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

³⁴ TH1 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (78 JAP) + unika k 200 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

³⁵ TS1 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, date d'application même que la SAGRODEV.

³⁶ TS0 (témoin) : Fumure de Fond (FF) date et doses identique à celui de SAGRODEV.

³⁷ TH3 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 200 kg/ha (69 JAP) + unika k 160 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

³⁸ TH4 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 240 kg/ha (69 JAP) + unika k 200 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

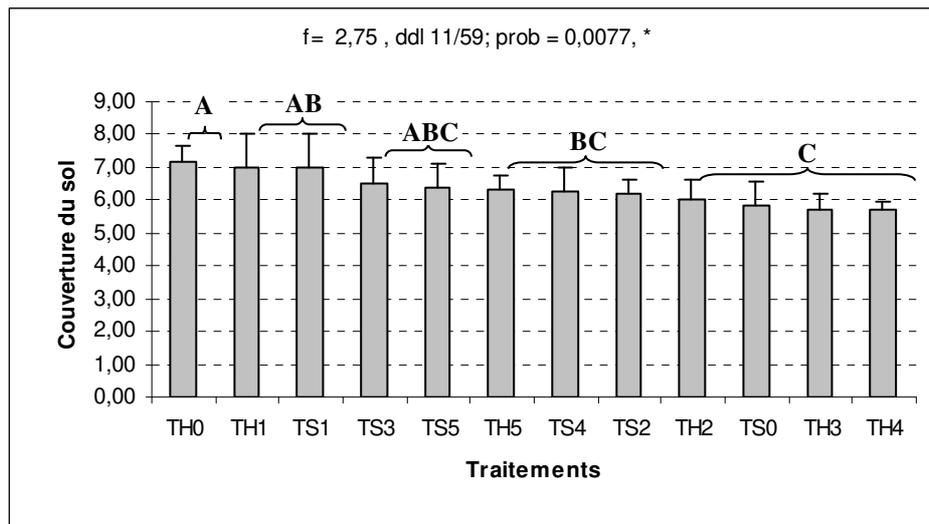


Figure 28 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de couverture du sol de la variété Nicola 110 (JAP). Les lettres indiquent les groupes homogènes

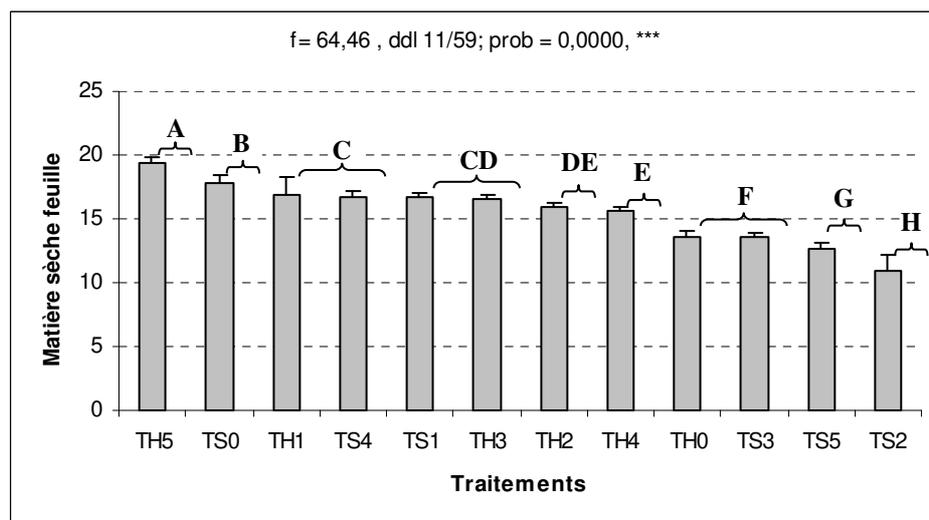


Figure 29 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche (partie aérienne) de la variété Nicola – 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

3. Nombre de tubercules

Les trois traitements TS1, TH2³⁹ et TH1 donnent les meilleurs résultats avec 12,6, 12,6 et 12,4 tubercules/plante (à 110 JAP), 13,2, 13 et 12,8 tubercules/plante (à 120 JAP), puis 14,2 et 13,8 tubercules/plante (à 130 JAP) pour TS1 et TH1. Les deux traitements TS4 et TS5 donnent les valeurs les plus médiocres à la première récolte dont le nombre ne dépasse guère 9 tubercules/plante, les deux traitements TS0 et TH4 ne donnent que 9,4 et 9,2 tubercules/plante à la deuxième récolte, le TH3 donne la plus faible valeur à la troisième récolte dont le nombre n'excède pas 10,6 tubercules/plante. Les autres traitements notamment TS2⁴⁰ donne une valeur intermédiaire de 12,6 tubercules/plante.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules par plante, et le test de la PPDS met en relief 4 à 6 groupes homogènes selon la récolte (figure 30).

Il ressort de l'analyse que le traitement TS1 à base d'engrais locaux et le TH1 à base d'engrais importés sont les plus performants pour ce paramètre.

Si on compare le nombre de tubercules par plante du traitement TS1 avec le témoin (TS0) durant la deuxième récolte on trouve que la différence est nettement significative dont le taux d'amélioration dépasse 40 %. La comparaison révèle aussi une différence significative à 130 JAP avec un taux d'amélioration de 18 %. Il reste à savoir si le nombre élevé de tubercules obtenu avec les deux traitements TS1 et TH1 correspond à un calibre acceptable pour la multiplication de semences.

³⁹ TH2 : FF + blanc 160kg/ha (43 JAP) + super P 200 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (78 JAP) + unika k 140 kg/ha (88 JAP) dates théoriques.

⁴⁰ TS2 : FF + super P 180 kg/ha + 15 kg solupotasse date d'application même que la SAGRODEV.

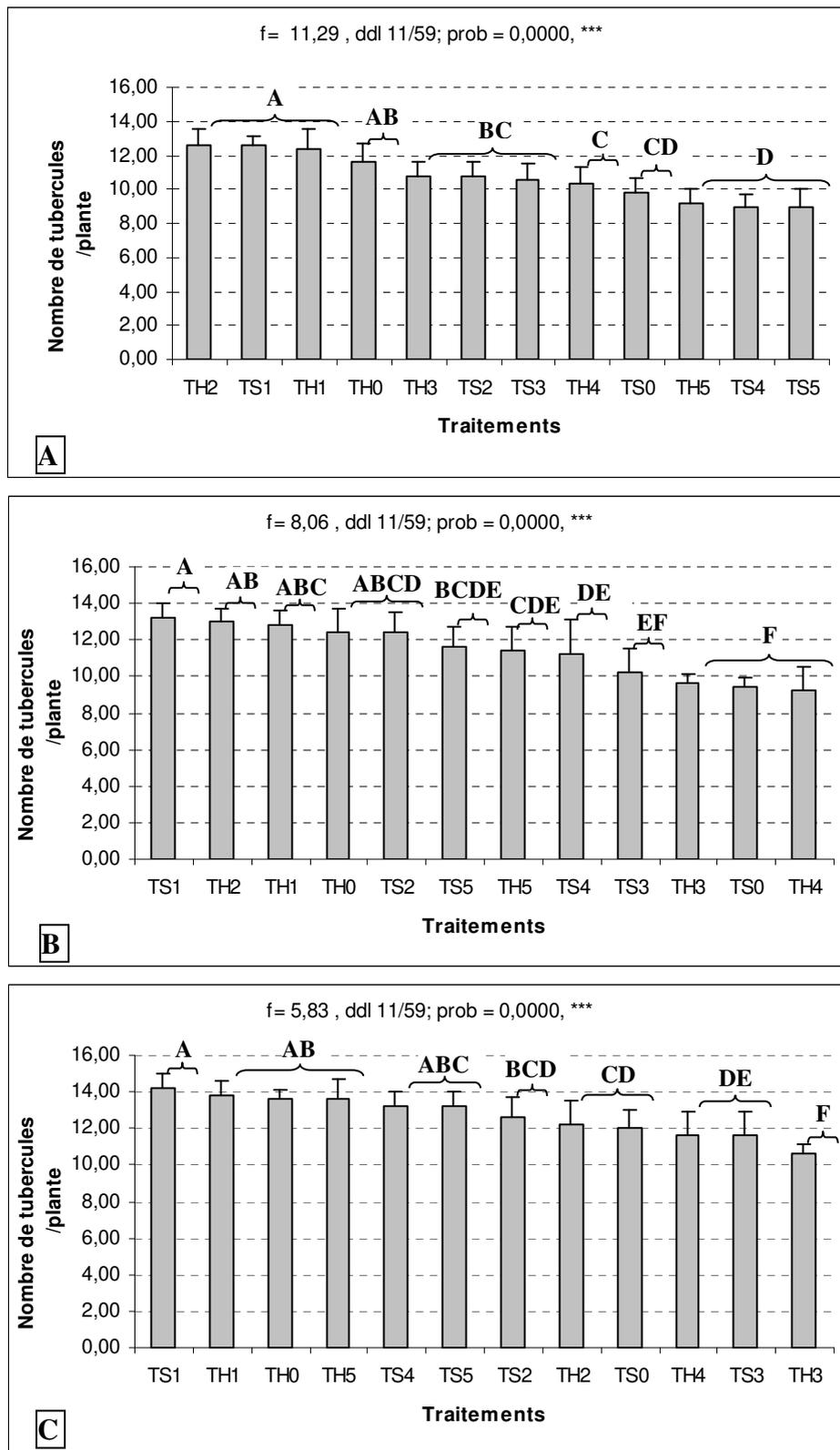


Figure 30 : Effet du mode de fertilisation sur le nombre de tubercules de la variété Nicola ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

4. Calibre de tubercules

Quelle que soit la durée du cycle de culture, le traitement TS1 donne les valeurs les plus élevées en terme de nombre de tubercules semence avec respectivement 9,6 tubercules (classe 28-45 mm) à 110 JAP, 9,2 tubercules de même calibre à 120 JAP et 10,8 à 130 JAP (figure 31). Le traitement TH1 donne 8,8 et 9,8 tubercules de bon calibre à la deuxième et la troisième récolte respectivement. Le traitement TS4 montre un résultat médiocre à la première récolte dont le nombre n'a pas excédé 5,2 tubercules de bon calibre. Le traitement TS0 (témoin) a montré les valeurs les plus médiocres à la deuxième et troisième récolte avec respectivement 5 et 6,2 tubercules de bon calibre. Les autres traitements notamment TS2 et TH2 donnent des valeurs intermédiaires égales à 8,2 et 8,8 tubercules de bon calibre (à 120 JAP).

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le nombre de tubercules appartenant à la classe (28-45 mm), et le test de la PPDS met en relief 6 à 4 groupes homogènes selon la récolte.

Le traitement TS1 montre aussi des améliorations de 74 % du nombre de tubercules de la classe 28-45 mm en comparaison avec le TS0 (témoin) à 120 JAP. Le traitement TS1 se distingue aussi par un faible nombre de tubercules de gros calibre (2 gros tubercules par plant). Le témoin (TS0) montre plus de 3 gros tubercules sur 6,2 tubercules de classe semence (soit 50 %) à 130 JAP. Il ressort de l'analyse que le meilleur moment de la récolte pour le TS1 se situe à 120 JAP même si on doit perdre en moyenne 1 tubercule-semence par plant par rapport à la récolte à 130 JAP. Ceci réduit les risques de contaminations par les maladies et/ou d'attaque par les ravageurs. Ainsi, en se basant sur le nombre de tubercules de classe semences, on pourrait envisager de produire à la densité de 54000 plants/ha, ($54000 \times 9,2 = 496000$ tubercules) de classe semences, permettant de planter de nouveaux environ 10 ha.

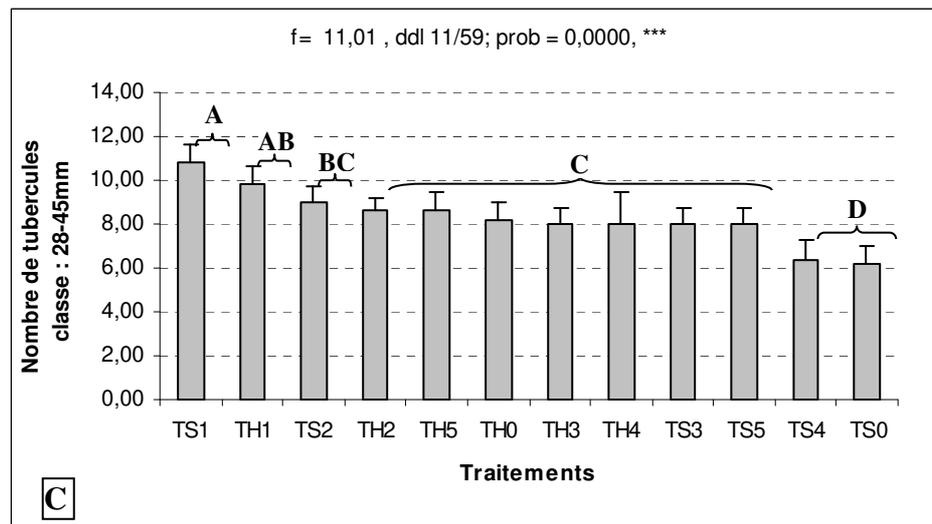
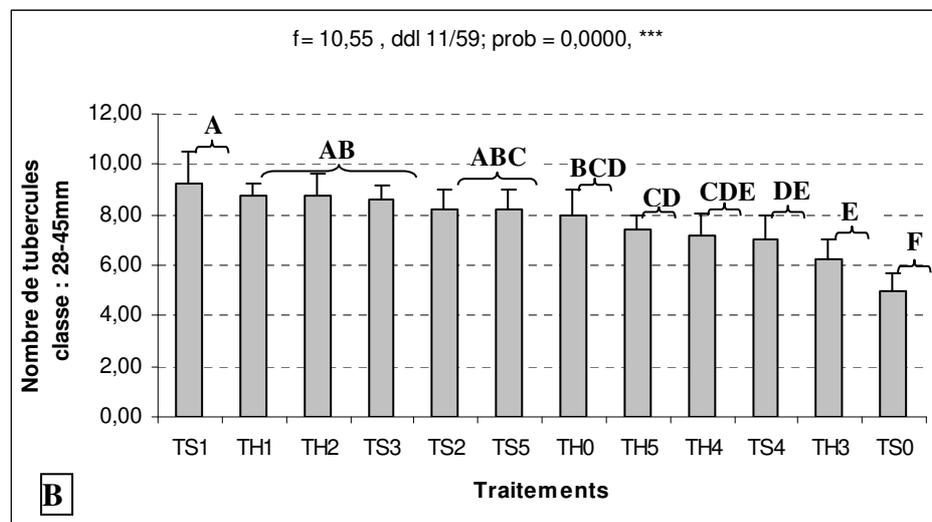
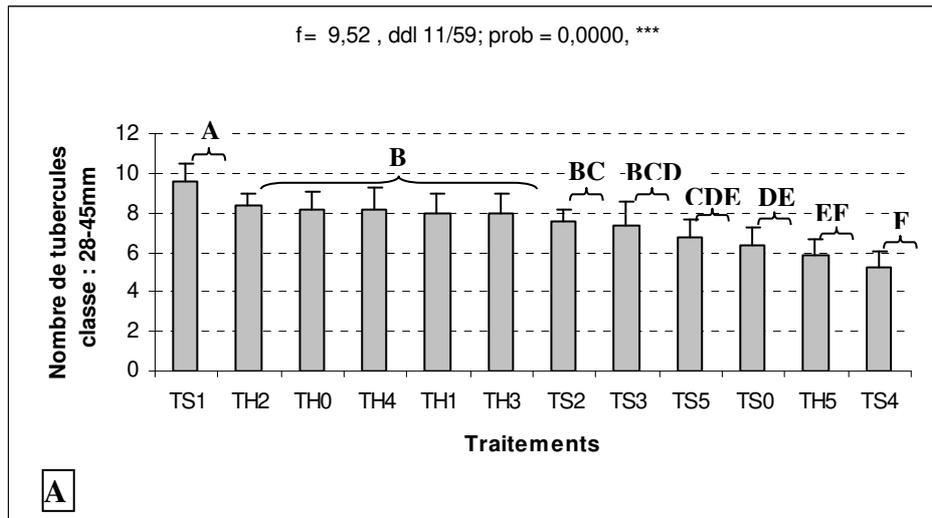


Figure 31 : Effet du mode de fertilisation sur le calibre des tubercules de la variété Nicola ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP. Les lettres indiquent les groupes homogènes

5. Matière sèche (Tubercules) à 130 JAP

Le traitement TS1 est nettement le plus intéressant en termes de taux de matière sèche au niveau des tubercules avec 27,79 %. Les traitements TS0, TS3 et TH4 montrent les résultats les plus médiocres dont les taux n'ont pas excédé 19,64, 18,85 et 18,27 %. Les autres traitements notamment TH1 et TS2 donnent des taux intermédiaires de l'ordre de 24,40 et 23,28 %.

L'analyse de la variance confirme l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le taux de la matière sèche des tubercules, et le test de la PPDS met en relief 8 groupes homogènes (figure 32).

Le traitement TS1 qui donne des bons résultats pour la majorité des paramètres étudiés pour la variété Nicola montre de nouveau un taux de matière sèche élevé (27,79 %). Le faible taux de matière sèche favorise, d'un côté, les attaques par des maladies (fongiques et bactériennes) au cours de l'entreposage, et de l'autre côté, dévalorise la qualité du produit sur le marché.

Par rapport au témoin (TS0) le traitement TS1 montre une amélioration nettement significative égale à 41 %. Ceci ne peut qu'améliorer la qualité de ces tubercules engendrant une valeur commerciale garantie.

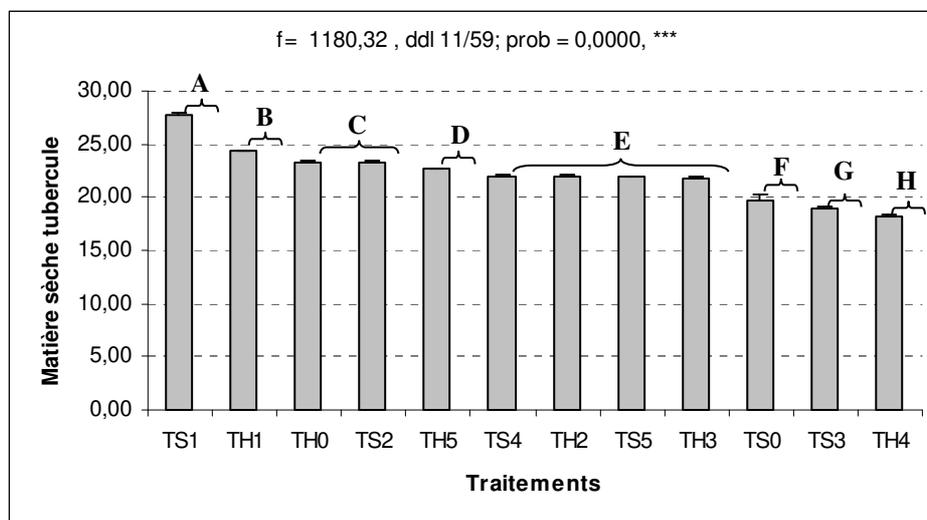


Figure 32 : Effet du mode de fertilisation sur le taux de la matière sèche de la variété Nicola (130 JAP) ; Les lettres indiquent les groupes homogènes

6. Rendements estimés

Quelle que soit la durée du cycle de la culture, les traitements TS1, TH1 et TH0 sont les plus productifs (rendement estimé à l'hectare) avec respectivement 32,6, 31 et 29,8 t/ha (à 110 JAP), 33,4, 31 et 32,60 t/ha (à 120 JAP) et 36,8, 36,2 et 34,6 t/ha (à 130 JAP). Les traitements TH4 et TS0 montrent les résultats les plus médiocres dont les rendements n'excèdent pas 19 et 20,80 t/ha respectivement à 110 JAP et 19,2 et 23,2 t/ha à 120 JAP 27,4 et 25,8 t/ha à 130 JAP. Les autres traitements, notamment TS3⁴¹ et TS2 donnent des rendements estimés intermédiaires de 33,6 et 30,2 t/ha à 130 JAP (figure 33).

L'analyse de la variance révèle l'existence d'un effet très hautement significatif du traitement appliqué sur le rendement estimé, et le test de la PPDS met en relief 7 à 9 groupes homogènes selon la récolte.

Par ailleurs, l'augmentation du rendement entre la première et la dernière récolte, est respectivement de 12,88 % pour le TS1 et de 16,77 % pour le TH1. Cette augmentation pourrait être considérée comme importante vu le nombre de jours nécessaires pour sa réalisation (20 jours entre la première et la troisième récolte).

En fin, et par rapport à la problématique de départ qui consiste à savoir parmi les deux régimes de fertilisation (SAGRODEV, SAGRODEV modifié, Hydrosoluble avec ses différentes variantes) combinées à des dates d'applications différentes, il ressort de l'étude que les deux traitements TS1 et TH1, sont les plus performants pour ce paramètre.

On pourrait donc conclure que par rapport au régime de fertilisation de la SAGRODEV (TS0), les régimes TS1 et TH1 permettent des augmentations conséquentes de rendement soit respectivement, à la deuxième récolte, 44 % et 33 %.

En terme de rendement réel en semence (à la deuxième récolte), le traitement TS1 produit ($33,4 \times 69 \%$ (*pourcentage du calibre semences*) = **23 t/ha**) contre ($23,2 \times 53 \%$ = **12,2 t/ha**) pour le témoin TS0 (le double).

En terme de coût, le régime SAGRODEV revient à 34 704,00 DA, TS1 à 39 060,00 DA et le TH1 à 102 480,00 DA. Le TH1 étant très coûteux, il doit être écarté. Le traitement TS1 par contre n'étant pas significativement plus cher que TS0, il doit être envisagé pour une amélioration considérable (44 %) du rendement en tubercules chez la variété Nicola. Nous pouvons donc conclure l'importance du traitement TS1 qui a montré un résultat satisfaisant du point de vue calibre, précocité, prix de revient et une bonne qualité d'entreposage.

On peut retenir le régime de fertilisation basé sur les engrais utilisés par la SAGRODEV, mais avec de profondes modifications aussi bien en termes de quantité que de dates d'application.

⁴¹ TS3 : FF + super P 180 kg/ha + 21 kg solupotasse, 10 jours d'avance par rapport à la date d'application de la SAGRODEV.

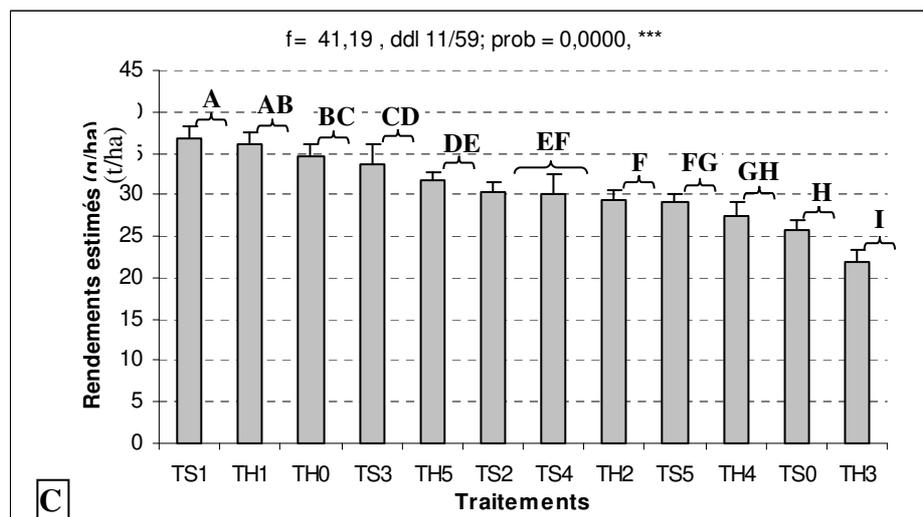
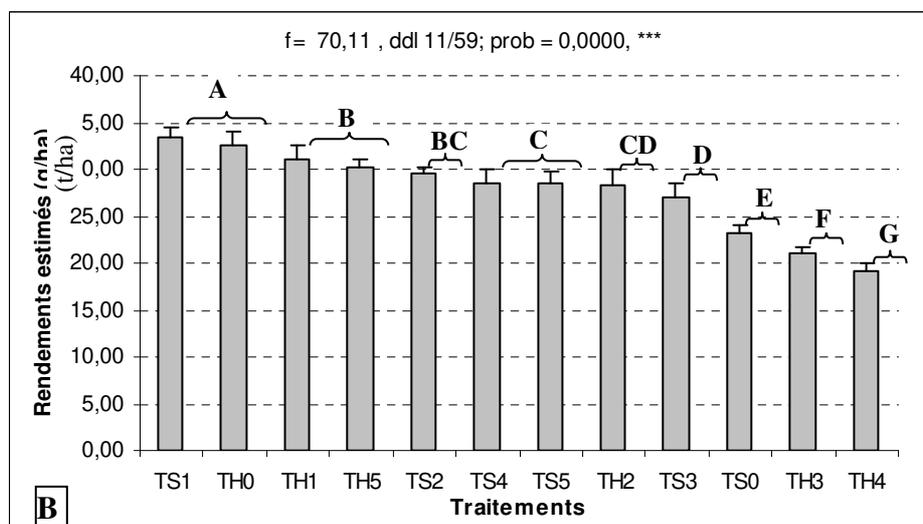
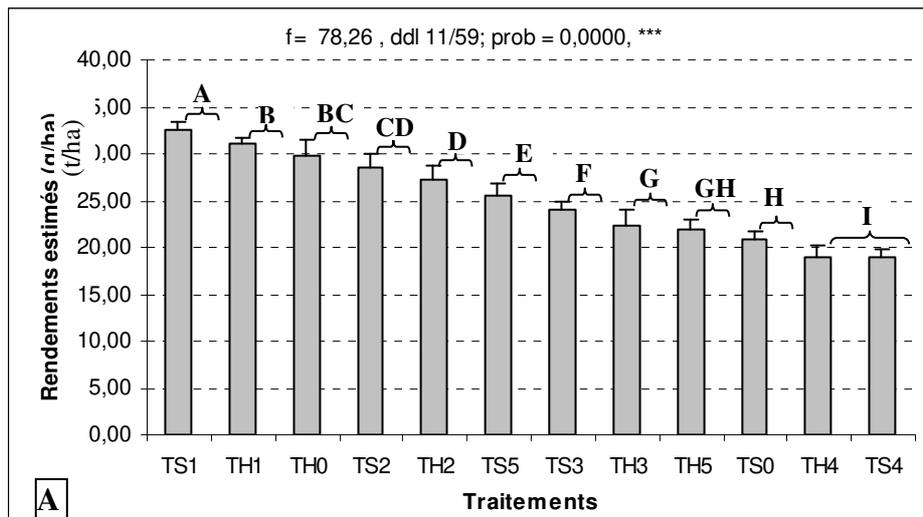


Figure 33 : Effet du mode de fertilisation sur le rendement estimé de la variété Nicola ;
 A : 110 JAP, B : 120 JAP, C : 130 JAP - Les lettres indiquent les groupes homogènes

IV.6. Comparaison des 4 variétés

Tableau 12 : Récapitulatif des meilleurs traitements des 4 variétés

Variété Paramètre	Mondial	Désirée	Diamant	Nicola
% couverture	TS1>TH1>TS4	TS1>TH4>TH5	TS1>TH3>TH4	TH0>TH1>TS1
Matière sèche biomasse	TH2>TS0>TS1	TS0>TH5>TH4	TS3>TS4>TH5	TH5>TS0>TH1
Nombre de tubercules	TS1>TS2>TH2	TH3>TH1>TH5	TH1>TH0>TS1	TS1>TH2>TH1
Nombre de tubercules semence	TH0>TH3>TS2	TH5>TS0>TS2	TS1>TH0>TS3	TS1>TH1>TS2
Matière sèche tubercules	TH4>TS4>TH3	TH4>TS4>TS3	TS1>TH3>TH5	TS1>TH1>TH0
Rendement estimé	TS1>TH1>TH2	TH3>TH2>TS0	TS1>TH1>TH0	TS1>TH1>TH0
Estimation du rendement réel	TS1 ⁴²	TH5 ⁴³	TS1	TS1
Engrais retenu	TS1	TH5	TS1	TS1
Prix de revient	39 060,00 DA	93 090,00 DA	39 060,00 DA	39 060,00 DA

⁴² TS1 : FF + super P 180 kg/ha + 30 kg solupotasse, date d'application même que la SAGRODEV.

⁴³ TH5 : FF + blanc 160 kg/ha (43 JAP) + super P 180 kg/ha + calcinit 200 kg/ha (61 JAP) + vert 180 kg/ha (69 JAP) + unika k 140 kg/ha (78 JAP) dates avancées.

Discussion :

La multiplication de semences est une des plus sensibles et exigeantes opérations durant le processus de production chez la pomme de terre, car le nombre de tubercules, le calibre, le taux de matière sèche, la durée du cycle de culture, le rendement réel, l'infection par les maladies, ... etc. sont tous des facteurs influençant la production d'une semence de qualité avec un prix de revient raisonnable.

Selon YARA, 2008, l'objectif de la fertilisation est de maintenir ou d'améliorer le pouvoir nutritionnel d'un sol en vue de satisfaire les exigences des cultures et d'atteindre les potentialités de production du milieu tout en respectant l'environnement. Le sol, support des cultures, est un milieu vivant. Sa fertilité globale est une notion complexe et évolutive. Schématiquement, on peut distinguer :

- La fertilité chimique où, grâce à la fertilisation, l'agriculteur va gérer le stock et l'équilibre des éléments nutritifs.
- La fertilité physique où, par le travail du sol adapté aux caractéristiques du sol, l'agriculteur va chercher à améliorer la structure du sol, la levée des cultures, le développement des racines, la rétention de l'eau et/ou son évacuation.
- La fertilité biologique, perçue comme la résultante de la fertilité chimique et physique a pour finalité de favoriser l'activité biologique du sol (microorganismes, vers de terre, ...), le transfert des nutriments vers la plante, la minéralisation des matières organiques.

Les éléments nutritifs doivent être appliqués avec autant de précision que possible dans la zone d'absorption immédiate du système racinaire, avant ou au moment où les cultures en ont le plus besoin. Ne pas fournir à chaque plante la combinaison d'éléments nutritifs adaptée peut se traduire par une baisse de qualité de la culture et une diminution de son rendement (Plant Master, 2001).

Le recours à l'analyse du sol nous a fourni des éléments pratiques pour déterminer le manque qui a causé des problèmes d'ordre technique au niveau de la SAGRODEV (grossissement excessif des tubercules, faible nombre de tubercules et cycle végétatif moyennement long). Les résultats obtenus montrent une certaine déficience en phosphore (élément indispensable pour améliorer le nombre de tubercules par plante (IYP, 2008)), qui influe sur le calibre. Le phosphore favorise le développement racinaire ainsi que le nombre de tubercules. Il semblerait qu'un apport juste avant la tubérisation ou pendant celle-ci favoriserait la production d'un nombre plus important de tubercules (Ryckmans, 2003). La faible concurrence entre tubercules favorise leur grossissement excessif, et défavorise la production de tubercules de calibre semences.

Beaucoup de facteurs ont contribué à la mauvaise qualité des tubercules produits au niveau des parcelles de la SAGRODEV. L'un des plus importants problèmes dans ce type de situation est le manque de phosphore qui engendre souvent des perturbations au cours de la culture par l'influence sur le développement du système racinaire et par conséquent le faible nombre de tubercules produits. Par ailleurs, comme le sol contient suffisamment de potassium, celui-ci influe positivement sur le grossissement des tubercules (élément essentiel pour le transfert des assimilés vers les organes de réserves) d'où le grossissement excessif des tubercules fils engendrés par faible concurrence pour l'espace, les éléments minéraux et l'eau (Skiredj, 2007).

L'hypothèse qui a été proposée pour résoudre les problèmes rencontrés au niveau de la SAGRODEV consiste à corriger le sol par l'augmentation de la dose du P_2O_5 apportée d'abord en fumure de fond (en vue d'équilibrer l'état du sol) puis comme fumure d'entretien. Il faut apporter juste ce dont la plante en a besoin. La deuxième étape consiste ensuite à agir ensuite sur la date d'épandage des éléments fertilisants car leurs disponibilités au moment approprié est indispensable.

Réaction générale des variétés :

Les quatre variétés étudiées Désirée, Diamant, Nicola et Mondial ont réagi de la même façon pour la couverture du sol. Ceci serait dû aux taux élevés en azote notamment chez les traitements TS1 et TH1. Ce facteur intervient sur la densité de la surface foliaire globale dont le rôle dans la production de biomasse est déterminant (Chambenoit et al., 2002). En effet, le taux de couverture du sol est influencé par l'azote qui favorise la végétation, (Skiredj, 2007 et VAN DER ZAAG, 1981).

Quant au taux de matière sèche (MS) de la biomasse, le phénomène physiologique du transfert de la MS influe sur le cycle végétatif de la culture, donc les traitements stressés par un manque probable des éléments fertilisants montrent un cycle plus long, ceci explique le taux élevé en MS de la biomasse aérienne au niveau des traitements TS0, TS5 et TH4. A la récolte on retrouve le phosphore localisé principalement dans les organes de reproduction, tandis que les organes végétatifs (biomasse aérienne) ont une teneur nettement plus faible (YARA, 2008). Ceci explique la possibilité de migration des éléments fertilisants depuis les feuilles et tiges vers les tubercules. Ce phénomène peut nous aider à déterminer le taux de maturité. Un taux élevé de MS au niveau de la biomasse des tubercules signifie la migration des éléments nutritifs, donc une bonne maturation des tubercules, alors qu'un taux faible signifie que les tubercules ne sont pas encore matures.

La réaction des trois variétés (Diamant, Nicola et Mondial) été plus ou moins similaire, les traitements TS1 et TH1 ont montré des valeurs acceptables concernant la majorité des paramètres étudiés à savoir le rendement, le nombre de tubercules, le calibre semences, le taux de matière sèche des tubercules ... et le rendement estimé.

En revanche, la variété Désirée connue théoriquement par un rendement élevé et des faibles taux de matière sèche des tubercules, a réagi différemment de telle sorte que les traitements TS1 et TH1 présentant les meilleurs résultats pour les autres variétés, n'ont donné que de valeurs moyennes. Cependant, le traitement TS0 a montré des valeurs meilleures mais avec un taux de matière sèche des tubercules très faible. Les deux traitements TH5, TH3 et TS2 ont donné de valeurs acceptables.

L'effet génétique joue un rôle important pour la variété Désirée, cette dernière exporte beaucoup plus d'eau que d'éléments fertilisants, et par conséquent les traitements TS1 et TH1 n'ont pas donné de bons résultats chez cette variété. Les faibles taux de matière sèche des tubercules de la variété Désirée expliquent sa mauvaise réaction vis-à-vis des changements dans les doses d'engrais apportées. Une fumure azotée insuffisante ou excessive peut avoir une influence négative ou positive sur la grosseur des calibres, et donc leurs répartitions. Une fumure azotée insuffisante favorise l'obtention de petits tubercules, alors qu'une fumure excessive favorise le grossissement des tubercules fils (Ryckmans, 2003).

Le traitement TS4 présente des mêmes éléments fertilisants dans les mêmes proportions que le traitement TS1 mais avec une date d'épandage décalée. Les apports décalés influencent sur les paramètres étudiés, et ce pour les trois variétés : Nicola, Mondial et

Diamant. Ainsi, la plante semble ne pas profiter suffisamment de la disponibilité des éléments fertilisants au moment voulu.

Comparaison entre traitements :

Les traitements utilisés dans notre expérimentation sont de deux types :

- Traitements locaux qui se composent de 6 traitements y compris le témoin SAGRODEV (TS0), Ils se décomposent en deux régimes de dates d'épandages, l'épandage d'engrais du premier régime est décalé 8 jours par rapport à l'autre régime considéré comme théorique. Les doses d'engrais apportées du premier régime sont les mêmes que celles du deuxième régime.
- Traitements hydro (à base d'engrais complexes importés) se composent de 6 traitements et ils se décomposent également en deux régimes de dates d'épandages.

Le traitement TS1 présente la meilleure formule, à cause d'une date d'épandage identique à la date théorique pratiquée par la SAGRODEV en adéquation avec la dose d'engrais apportées. Cette dose se distingue du témoin TS0 avec un apport de 180 kg/ha de Super Phosphate (0/46/0) au bon moment, juste avant la tubérisation (début tubérisation : 47 JAP) accompagné d'un apport de l'ordre de 30 kg/ha de SoluPotasse (0/0/42). Cette formule est de loin la plus favorable pour les trois variétés Diamant, Nicola et Mondial. Si on veut améliorer d'avantage les résultats obtenus il faut entamer une nouvelle expérimentation sur le meilleur traitement (TS1) mais avec des changements beaucoup plus profond qu'auparavant.

Il est à signaler que pour la variété Désirée le traitement TH3 (économiquement non rentable) a donné des résultats acceptables pour la variété Désirée mais non concurrentiels en comparaison avec les autres variétés. Le traitement TS2 (économiquement rentable) a donné aussi des résultats acceptables du point de vue rendement réel estimé et taux de matière sèche des tubercules.

Quant aux prix de revient de chaque traitement, le témoin (TS0) coûte le moins chère. Avec une légère augmentation de prix du traitement TS1, les résultats de tous les paramètres ont été améliorés significativement. Donc on peut déduire que le manque du phosphore a causé une série d'événements en cascade, et dès que la teneur en cet élément essentiel s'est trouvée optimale, les problèmes rencontrés ont été résolus. Une amélioration a également été remarquée pour le traitement TH1 mais avec un prix de revient excessivement cher.

Les résultats obtenus au champ montrent que, d'une manière générale, les traitements à base d'engrais importés ont donné des résultats moyens (acceptables) du point de vue paramètres biométriques mais le prix de revient ne reflète pas ces résultats, car les engrais locaux et plus précisément le traitement TS1 (prix de revient raisonnable) a montré des résultats satisfaisants et dans la plupart des cas meilleurs. Si l'on revient à la problématique de la SAGRODEV et aux objectifs de départ qui consiste à maîtriser la qualité des tubercules fils, on se trouve dans l'obligation d'agir sur la dose d'engrais apportés et le moment de l'application.

Par ailleurs, il faut agir aussi sur le facteur irrigation qui est également un facteur crucial pour la production de semences de pomme de terre. Une irrigation excessive et non maîtrisée a été observée à la SAGRODEV. Cette situation ne peut que favoriser un grossissement. Ainsi, pour résoudre définitivement le problème de calibre des tubercules, il

faut envisager une expérimentation simultanée qui associe à la fois la fertilisation et l'irrigation (le volume d'eau apporté et le moment d'apport). La maîtrise de l'irrigation peut aider à raccourcir le cycle de la culture.

Afin de satisfaire aux mieux aux besoins des multiplicateurs de semences de pomme de terre il faut maîtriser, dès la plantation, les facteurs qui jouent sur la tubérisation pour agir qualitativement et quantitativement sur le rendement. Une tubérisation trop faible peut limiter le rendement et/ou entraîner une proportion trop importante de gros tubercules. A l'inverse, un nombre trop important de tubercules initiés contribue à produire un nombre important de tubercules (c'est ce que le producteur de semences cherche). Lorsque les tubercules sont formés, l'agriculteur ne pourra intervenir que sur leur grossissement (GITEP, 2007).

Conclusion

La présente étude a eu pour objectif de mettre au point une formule pour la fertilisation de la pomme de terre semence. Notre repère est la formule pratiquée par la SAGRODEV, qui se heurte souvent aux problèmes de calibres excessivement gros réduisant sensiblement la quantité de semences produites par hectare.

Pour ce faire, tout en prenant en considération les résultats de l'analyse du sol qui ont montré principalement un manque du phosphore, et un taux acceptable de potassium, plusieurs formules ont été testées : celles basées sur l'utilisation d'une part des engrais de même nature que ceux utilisés par la SAGRODEV mais avec des modifications profondes pour les dates d'applications, et les quantités apportées, et d'autre part, des engrais importés, de formulation très complexes et des prix très élevés.

Le grossissement excessif des tubercules en multiplication de semences signifie des dépenses supplémentaires en amont et en aval, démontré par le coût élevé des gros tubercules du point de vue fertilisation, main d'œuvre, temps dépensé, transport, entreposage frigorifique, ... etc., et enfin leurs déclassement comme pomme de terre de consommation vendu à faible prix.

Les notions générales des besoins des plantes en éléments nutritifs ainsi que la connaissance des exportations minérales et des rythmes d'absorption des éléments fertilisants par les plantes constituent la base de l'élaboration de plans de fertilisation destinés à la production de semences de la pomme de terre. Ces notions concernent aussi bien la physiologie de la plante que la dynamique des ions dans le sol en relation avec l'eau d'irrigation et à l'enracinement de la plante.

Toute une série de facteurs influençant la tubérisation et la répartition des calibres doit être prise en considération. Certains sont à contrôler par des itinéraires techniques appropriés :

- Choix de la variété,
- Calibre et densité de plantation,
- Stade physiologique du plant,
- Pré-germination et traitement du plant (chambres frigorifiques, coup de chaleur, manipulations, ...),
- Date et circonstances de plantation (température du sol, ...),
- Choix du type d'engrais, des quantités et de leurs positionnements,
- Utilisation et maîtrise de l'irrigation, ... etc.

D'autres dépendent du climat (principalement la température et l'humidité du sol entre la plantation et la fin de la tubérisation) sur lequel le producteur n'a pas ou peu d'influence (à part éventuellement via l'irrigation).

Les résultats obtenus, sur les quatre variétés ont été testées, montrent que pour l'ensemble des variétés la formule SAGRODEV (TS0) est loin d'être performante. En outre, pour trois variétés sur quatre, le traitement TS1 (engrais locaux) a montré une bonne performance pour la production de semence dont le prix de revient à l'hectare est acceptable, comparé au prix de revient des engrais importés. Ainsi, le traitement TS1 pourrait être envisagé pour la production de semence de pomme de terre au moins pour trois variétés : Diamant, Nicola et Mondial. Les deux traitements TH5 et TS2 conviennent bien pour la

variété Désirée car ils montrent des résultats intéressants pour le rendement estimé et le taux de matière sèche des tubercules, mais le TH5 coûte très chère.

En définitif, les engrais locaux peuvent être envisagés pour la production de semences de pomme de terre, notamment pour les trois variétés Diamant, Nicola et Mondial. Il suffit de jouer sur leurs équilibres ioniques et sur la date d'épandage pour favoriser la production de tubercules de calibre semences en vue de produire un nombre de tubercules / plant économiquement rentable. La rentabilité économique n'est possible que si le prix de revient des intrants est limité, cas des engrais locaux.

Quant à l'équilibre ionique de ces engrais, il peut être amélioré par les sociétés productrices en fonction des résultats de recherche et des besoins des sociétés de production.

La SAGRODEV, peut continuer à utiliser les engrais locaux, mais en révisant profondément l'équilibre ionique, la quantité à apporter ainsi que les dates d'épandage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) **AGRIDEA, 2004** : Pas de culture de pommes de terre sans prégermination, vulgarisation agricole, 4.15.1, Lausanne, Suisse, 3 p. site cons. fév. 09 : www.srva.ch/docs/ft/52.pdf .
- 2) **ARVALIS, 2008** : PotatoEurope 2008, 5è Journées Internationales de la pomme de terre. www.pommedeterre2008.com/images/07PM55.pdf
- 3) **Benreghioua A., Semcheddine N., Lekired Y., 1995** : Contribution à l'étude des biotechnologies végétales et à l'application de la micropropagation à la pomme de terre, thèse ing. d'état en amélioration des plantes, université Ferhat Abbas – Sétif. 76 p.
- 4) **Bernards, U. 1998** : La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris.
- 5) **Carolina Celis-Gamboa, Struik E. C., Jacobsen E. and Vissew R. G. E, 2003** : Sprouting of seed tubers during cold storage and its influence on tuber formation, flowering and the duration of the life cycle in a diploid population of potato, Wageningen University, Department of Plant Sciences: Laboratory of Plant Breeding, Binnenhaven 5, 6709 PD Wageningen, The Netherlands, 2 Crop and Weed Ecology Group, Haarweg 333, 6709 RZ Wageningen, The Netherlands Accepted for publication : 25 July 2003.
- 6) **Catalogue Néerlandais, 1994** : Catalogue Néerlandais de variétés de pomme de terre, NIVAA La Haye, CPRO-DLO Wageningen, phot. Henny Ansink, ISSN 0169-6610, p. 264.
- 7) **Catoire E., 2009** : La biologie de la pomme de terre et la sélection des plants, cercle Royal horticole d'Antoing. Les loisirs de l'ouvrier, consultation du site le déc. 2008 : <http://users.skynet.be/cerclehorticolantoing/avrilpdt.html>
- 8) **Chambenoit C., François L., Jean-Marie M., Olivier S., 2002** : Fertilisation azotée de la pomme de terre: Guide pratique, Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Institut National de la Recherche Agronomique, 128 p.
- 9) **CIP, 2009** : True potato seed, International Potato Center, site internet : <http://www.cipotato.org/potato/tps/overview.asp>
- 10) **CNCC, 2001** : Recueil de textes réglementaires relatifs aux semences et plants, Ministère de l'agriculture, Algérie, Pp38-51.
- 11) **CNCC, 2006** : <http://www.elwatan.com/Semence-de-pomme-de-terre,73587>
- 12) **CNDP, 1994** : SAGRODEV, rapport de journées régionales de vulgarisation de la culture de la pomme de terre.
- 13) **DSA, 2004** : DSA de Sétif, communication personnel et statistiques (ministère de l'agriculture).
- 14) **Ducreux G., Rossignoll A. et Rossignol M., 1986** : La pomme de terre, la recherche N° 174 vol. 17 fév, pp 20-27.
- 15) **Elboura, 2004** : <http://www.elboura.ma/pg/frpg7.html>
- 16) **FAOSTAT, 2005** : Faostat databases (<http://faostat.fao.org>)

- 17) **FAOSTAT, 2007** : Faostat databases (<http://faostat.fao.org>)
- 18) **FAOSTAT, 2008** : Faostat databases (<http://faostat.fao.org>)
- 19) **GITEP, 2007** : www.cerpocardie.fr/cha80/site_cha80.nsf/map/pdt.htm
- 20) **GPDC, 1990** : Guide pratique de défense des cultures, ACTA, Association de coordination technique agricole, Pp 201-211
- 21) **GPTCA, 1987** : Guide de la pomme de terre du CANADA atlantique, publication comité de la pomme de terre de l'atlantique. Publication 1300/87. Agdex 257 / 13 ISSN0836-9461. 46 p.
- 22) **Grison, 1989** : Les relations sol racines et leur incidence sur le comportement de la plante. Revue de pomme de terre Française n° 451 ; pp 63-68.
- 23) **Hawkes J. G., 1990** : The potato evolution, biodiversity and genetic resource. Belhaven press, London, 259 p.
- 24) **IPAS, 1986** : Interprétation des analyses de terre, brochure édition SCPA, groupe EMC, 25 p.
- 25) **I.T.C.M.I, 2001** : Guide pratique du plant de pomme de terre, édit. MADRI - DFRV Ministère d'agriculture, 19 p.
- 26) **IYP, 2008** : La pomme de terre est promise à un brillant avenir "l'aliment de futur", Année International de la pomme de terre un trésor enfoui, FAO, Conférence internationale, Cuzco, au Pérou, Afrique, <http://www.potato2008.org/fr/monde/afrique.html>.
- 27) **Kashyap P. S. et Panda P. K., 2003** : Effect of irrigation scheduling on potato crop parameters under water stressed conditions. Agricultural Water Management, Vol. 59, No. 1, pp. 49-66. <http://www.iitkgp.ac.in/fac-profiles/showprofile.php?empcode=aSmVR>
- 28) **Kotchi S. O., 2004** : Détection du stress hydrique par thermographie infrarouge. Application à la culture de la pomme de terre, Faculté de foresterie et géomatique, maîtrise en sciences géomatiques. Directeur de recherche : Viau, Alain A. 2004-11, disponible sur <http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/files/9545626d-0eaa-4990-bf2a-e209acbcd0c6/22198.html>.
- 29) **Larousse agricole, 1990** : La pomme de terre, Edition LAROUSSE. ISBN2-03-514, 301-2, Pp 874-879.
- 30) **Larousse Memo., 1990** : Produits alimentaires. Description, origine et diffusion, le monde végétal, Edt. Larousse (Italie) Pp 13-133.
- 31) **Lahmissi A., 2004** : Assainissement de deux variétés de pomme de terre Solanum tuberosum L. (Diamant et Désirée) par culture de méristèmes et thermothérapie, Thèse de Magister, INA, 123p.
- 32) **MADRDM/DERD, 1999** : Technique de production de la pomme de terre au maroc, Transfert de technologie en agriculture, Bulltin de liaison et d'information du PNTTA N° 52, 4p.
- 33) **MADR, 2001** : La pomme de terre, DFRV, Pp 16.

- 34) **MADR, 2006** : Ministère de l'agriculture, service statistiques.
- 35) **Plant Master, 2001** : Programme de fertilisation raisonnée, pomme de terre, brochure Hydro agri France, p 18.
- http://fert.yara.fr/library/attachments/crop_fertilization/crop_advice/plan_master_pdt.pdf
- 36) **Rolot J. L., Hugues S., David M., 2002** : Production de mini tubercules de pomme de terre par hydroponie. Publication. Biotechnol. Agro. Soc. Environ. 2002 6 (3), 155-161.
- 37) **Richard H., 1965** : l'engrais premier outil de l'agriculteur, édit. Flammarion Pp 20-48.
- 38) **Rousselle P., Rossignol L., Dobigny A., Truong V., Haïcour R., 1992** : Amélioration d'une méthode de transformation de la pomme de terre par Agrobactérium rhizogenes Application à l'introduction d'une résistance à la teigne de la pomme de terre chez la variété Fanette. Proc. Joint Conference, EAPR-Breeding and EUCARPIA-Potato, landernean (FRA), Pp 12-17.
- 39) **Ryckmans D., 2003** : Quelques facteurs influençant la tubérisation et la répartition des calibres, La pomme de terre française, Aardappelwereld, Boerderij 28.01.03 ; Potato Review 90.
- 40) **REUST1 W., HEBEISEN T. et BALLMER2 T., 2006** : Fumure azotée et nouvelles variétés de pommes de terre cultivées en Suisse, Revue suisse Agric. 38 (6): 309-313, 2006. http://www.db-acw.admin.ch/pubs/ch_cha_06_pub_RSA_38_6_309-313_f.pdf
- 41) **SAGRODEV, 2005** : Société Agro Développement, Sétif.
- 42) **Skiredj A., 2007** : Besoins des plantes en eau et en éléments nutritifs, Département d'Horticulture/IAV Hassan II/ Rabat/ Maroc, site internet consultation mars 2007, <http://www.fertigation-s.com/besoins-eau-elements-nutritifs.php>.
- 43) **Stark, J. C., and Wright, J. L., 1985** : Relationship between foliage temperature and water stress in potatoes. American potato journal, Vol. 62, No. 2, Pp. 57-68.
- 44) **Soltner D., 1994** : Les bases de la production végétale, tome 1 le sol, 20ième édition 1994, p 464.
- 45) **Soltner D., 1995** : Guide pratique fertilisation, mieux comprendre pour mieux conduire la fertilisation phosphatée, brochure comifer, ITCF, p19
- 46) **Soltner D., 1998** : Les grandes productions végétales productions, Agronomie appliquée aux grandes cultures des pays tempérés : céréales d'hiver et de printemps, maïs, betterave, pomme de terre, oléoprotéagineux, prairies et autres plantes fourragères, collection sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles. Pp 230-266.
- 47) **Thibault P., 2003** : L'importance d'une irrigation adéquate dans la culture de la pomme de terre. Une initiative du comité de pomme de terre, Québec. Edité par le centre de recherche en agriculture et agroalimentaire du québec (CRAAQ), 5p. <http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/files/9545626d-0eaa-4990-bf2a-e209acbcd0c6/ch04.html>

- 48) **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.
- 49) **VAN LOON et Vereijken (1991) in P. Rousselle et al. 1996** : la pomme de terre -les ennemis de cultures- p. 607.
- 50) **VAN DER ZAAG D. E., 1982** : La plantation, la fumure et la lutte contre les plantes adventices des pommes de terre, direction des recherches agricoles, Wageningen, La Haye – Pays-bas, édit. Institut consultatif néerlandais sur la pomme de terre, NIVAA HOLLAND, brochure ; p. 24.
- 51) **Wikipedia, 2008** : Listes des engrais : http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_engrais

Annexes

1 – Diagramme de la Matière Organique

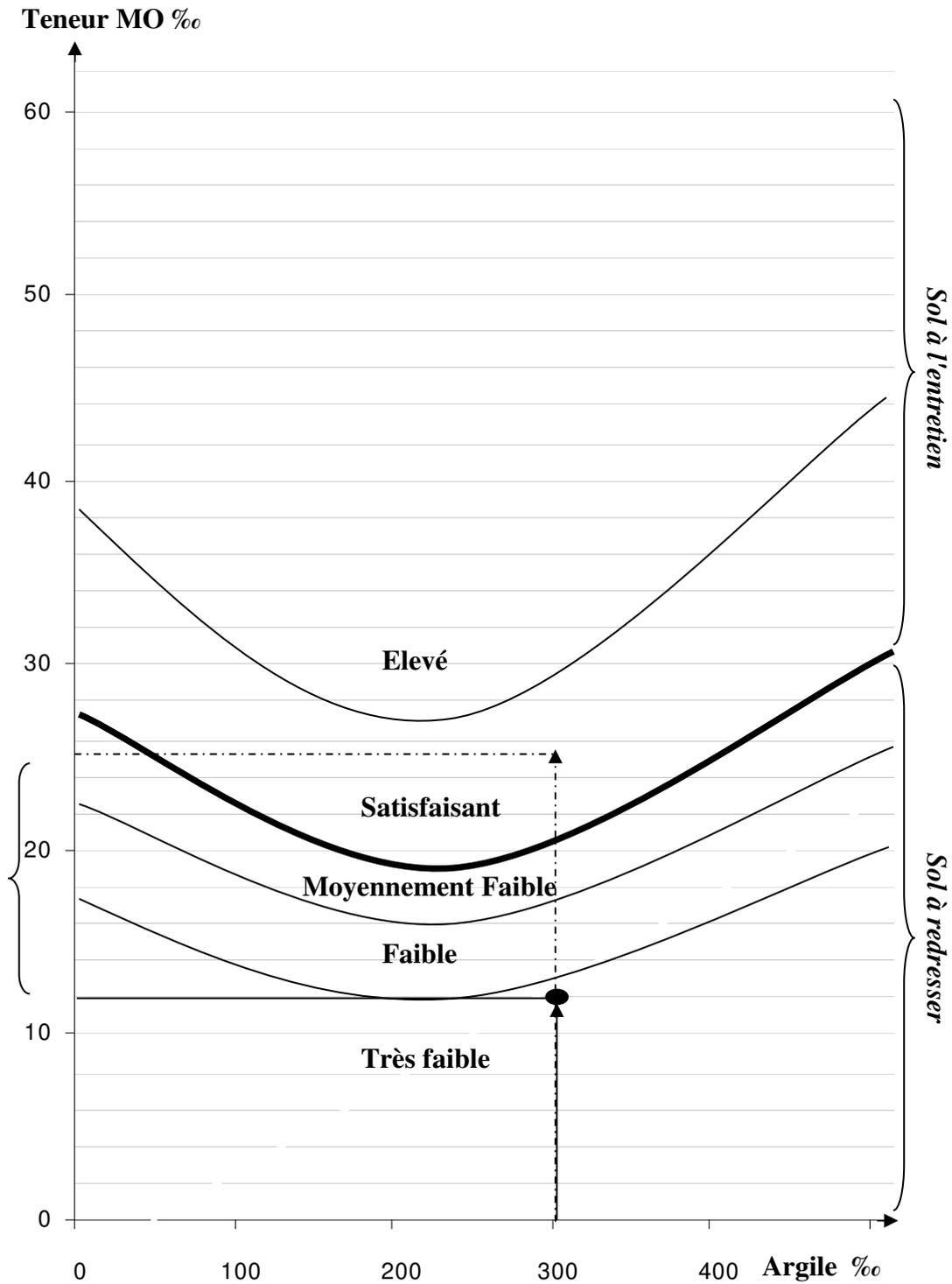


Figure 34 : Appréciation du niveau de matière organique en fonction de la teneur en argiles

2- Diagramme du P₂O₅

Suivant la méthode d'appréciation du niveau d'anhydride phosphorique (P₂O₅) assimilable en fonction de la teneur en argiles la figure 69 nous montre le manque du P₂O₅ à corriger.

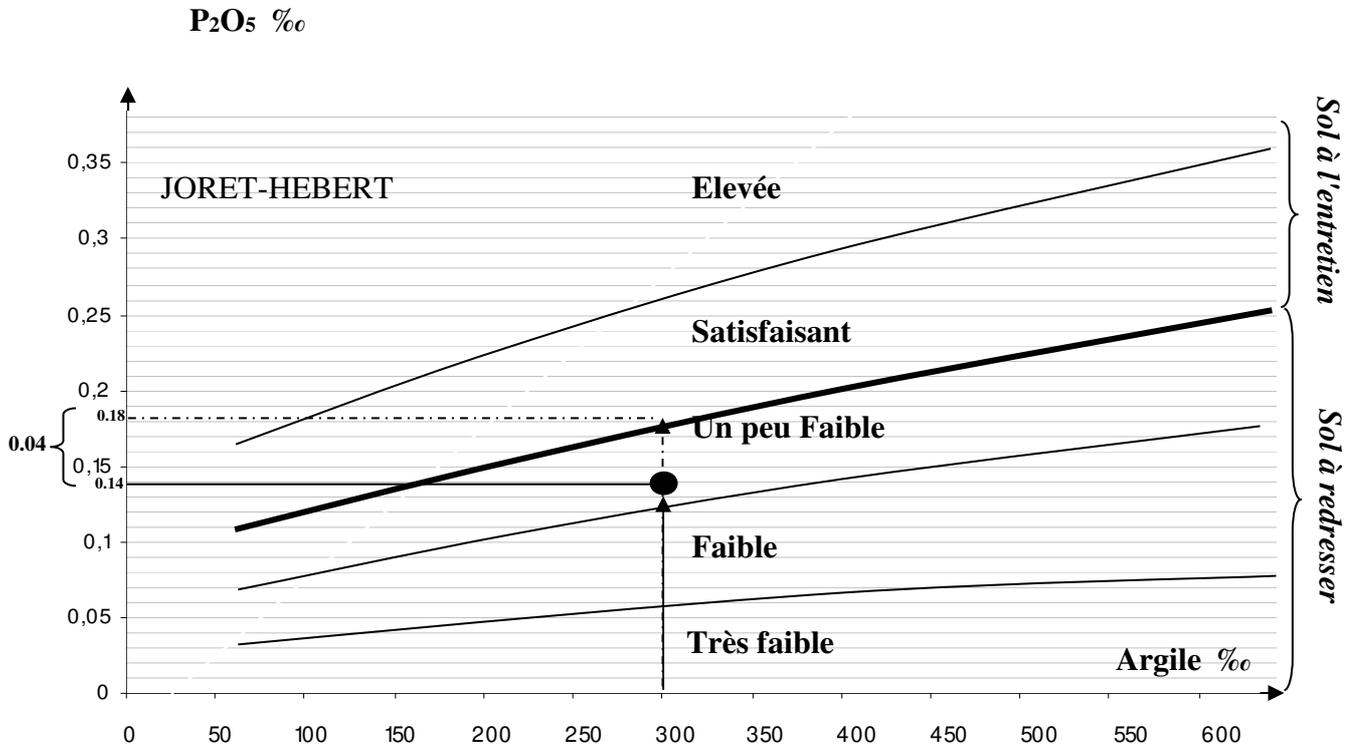


Figure 35 : Appréciation du niveau du phosphore P₂O₅ assimilable en fonction de la teneur en argiles

Calculs :

Selon IPAS (1986)

d : est la différence entre la teneur en P₂O₅ à l'entretien et la teneur mesurée. Il est de : 0,18 – 0,14 = 0,04 ‰ (40 ppm).

T : étant le tonnage de terre fine à l'hectare correspondant à la profondeur du travail du sol (3000 tonnes/ha).

c : étant le coefficient de majoration de fumure phosphatée (1,2).

Pour calculer la fumure de redressement F_R la formule : $F_R = d \times T \times c$

$$F_R = 0,04 \times 3000 \times 1,2$$

$$\boxed{F_R = 144 \text{ kg/ha de P}_2\text{O}_5}$$

3- Diagramme K₂O

Suivant la méthode d'appréciation du niveau de potasse (K₂O) échangeable en fonction de la teneur en argiles la figure 70 nous montre le manque du K₂O à corriger.

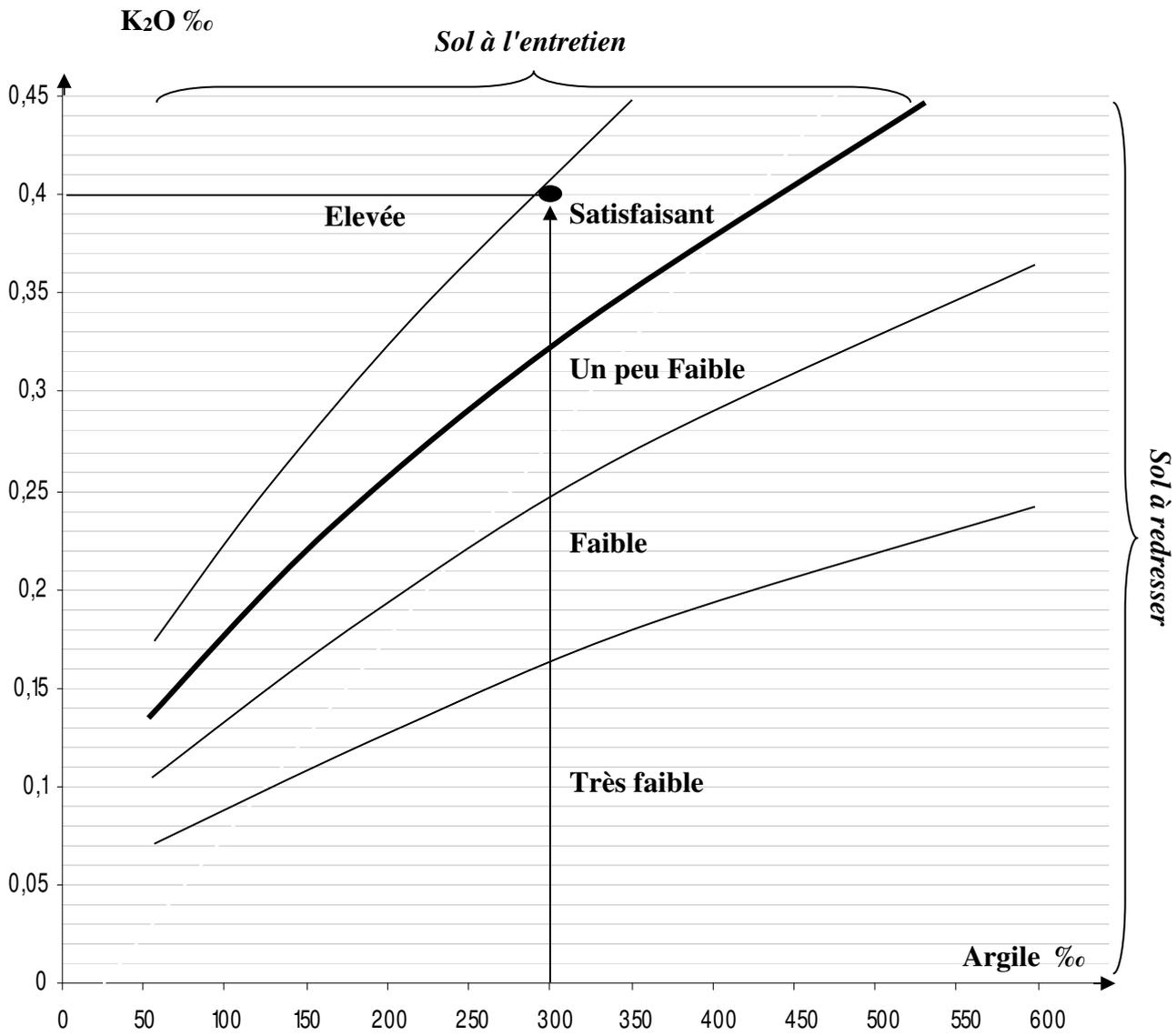


Figure 36 : Appréciation du niveau de potasse K₂O échangeable en fonction de la teneur en argiles

4- Triangle des textures (GEPPA)

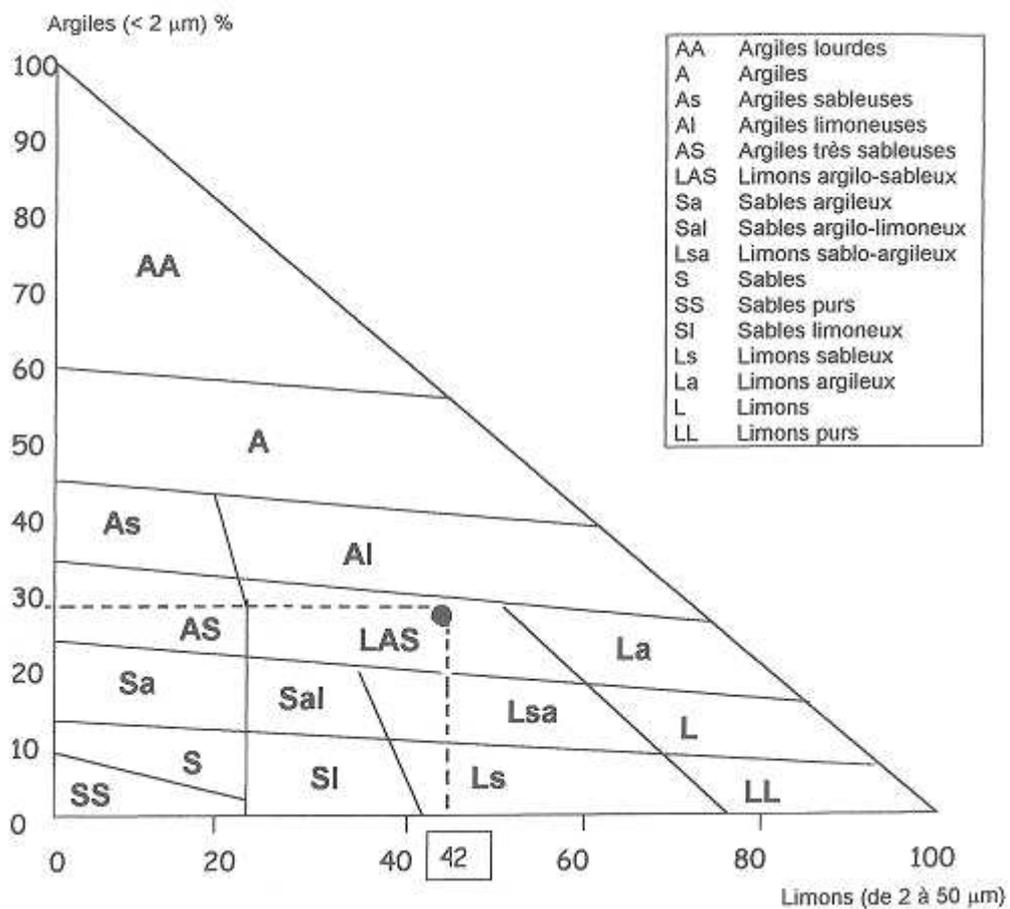


Figure 37 : Appréciation du niveau de matière organique en fonction de la teneur en argiles

5- Résultats des calibres

Tableau 11 : Résultats des calibres des tubercules de la variété Mondial

TRAIT	gros(1)	moy(1)	petit(1)	gros(2)	moy(2)	petit(2)	gros(3)	moy(3)	petit(3)
TS0	3.0	2.0	2.4	4.0	3.2	0.4	5.0	1.0	1.0
TS1	1.8	5.6	2.8	2.0	8.0	1.4	6.0	5.0	0.4
TS2	1.6	6.4	2.4	2.0	6.0	3.0	2.4	7.0	1.0
TS3	1.4	4.6	1.6	1.6	5.6	0.4	2.6	5.0	0.4
TS4	2.6	6.0	0.8	2.6	6.0	0.6	2.2	5.8	1.2
TS5	4.8	3.0	0.2	3.0	4.0	0.6	2.4	4.0	1.0
TH0	0.8	8.0	0.4	4.4	3.0	1.8	3.4	5.0	1.2
TH1	2.0	6.0	0.8	4.8	3.0	1.0	5.6	1.0	2.6
TH2	4.0	4.0	1.6	3.0	7.0	0.0	4.2	3.8	1.2
TH3	1.2	6.8	0.4	2.4	5.6	0.8	2.4	5.2	1.2
TH4	2.0	4.2	1.0	2.4	4.0	0.6	4.4	4.0	1.2
TH5	2.0	4.8	0.8	2.0	4.6	0.8	2.2	4.0	1.8

Tableau 12 : Résultats des calibres des tubercules de la variété Désirée

TRAIT	gros(1)	moy(1)	petit(1)	gros(2)	moy(2)	petit(2)	gros(3)	moy(3)	petit(3)
TS0	1.4	9.4	1.2	4.0	6.0	2.0	5.4	6.4	3.0
TS1	5.2	3.6	1.6	3.6	4.4	1.2	6.0	4.4	2.0
TS2	2.4	7.2	2.6	0.2	9.2	2.8	3.2	8.2	2.6
TS3	2.2	4.0	4.6	3.0	6.8	1.2	2.4	8.6	3.0
TS4	2.0	3.4	3.0	3.0	5.0	1.4	3.0	7.0	2.0
TS5	2.2	4.6	2.0	2.0	4.0	1.0	2.6	5.6	1.6
TH0	2.4	6.8	1.6	3.0	4.0	3.0	0.4	8.4	3.4
TH1	2.2	7.8	3.2	5.0	6.0	2.4	2.2	8.0	6.4
TH2	2.0	7.2	3.4	5.2	3.0	3.0	4.2	6.6	4.4
TH3	2.6	6.8	4.4	6.0	4.6	2.0	3.4	9.2	5.2
TH4	2.6	6.6	2.6	7.0	3.0	2.0	4.6	6.2	2.2
TH5	3.6	8.4	1.0	2.4	8.0	2.0	2.0	12.0	2.6

Tableau 13 : Résultats des calibres des tubercules de la variété Diamant

TRAIT	gros(1)	moy(1)	petit(1)	gros(2)	moy(2)	petit(2)	gros(3)	moy(3)	petit(3)
TS0	1.00	4.20	1.40	1.00	5.00	0.60	2.00	5.60	1.00
TS1	4.40	5.40	1.60	4.00	5.80	1.60	7.00	4.20	0.40
TS2	3.40	4.80	1.60	2.00	4.80	2.00	5.60	4.60	0.80
TS3	4.60	5.00	0.80	3.80	5.60	1.00	5.60	4.60	1.20
TS4	4.40	3.00	1.00	6.40	3.60	0.40	6.20	3.80	0.40
TS5	5.20	2.00	0.40	4.20	3.80	1.00	3.40	5.80	0.40
TH0	5.40	2.40	0.80	4.60	5.60	1.00	7.80	2.00	0.60
TH1	4.60	5.20	2.40	5.60	4.80	1.40	8.00	3.40	1.20
TH2	4.60	4.40	1.20	4.80	1.00	4.20	6.40	2.00	1.20
TH3	4.00	3.80	1.20	4.00	5.00	1.00	6.00	4.00	0.20
TH4	5.80	5.00	1.00	4.00	3.40	2.00	8.80	2.40	0.40
TH5	8.00	1.00	1.20	6.00	0.20	1.40	4.00	1.60	0.40

Tableau 14 : Résultats des calibres des tubercules de la variété Nicola

TRAIT	gros(1)	moy(1)	petit(1)	gros(2)	moy(2)	petit(2)	gros(3)	moy(3)	petit(3)
TS0	0.4	6.4	2.8	1.6	5.0	2.8	3.6	6.2	2.4
TS1	1.4	9.6	1.6	2.0	9.2	1.6	2.0	10.8	1.4
TS2	1.4	7.6	2.0	1.8	8.2	2.2	2.0	9.0	1.6
TS3	1.4	7.4	2.0	1.4	8.6	0.6	1.6	8.0	2.0
TS4	1.4	5.2	2.4	3.0	7.0	1.2	3.0	6.4	4.0
TS5	0.2	6.8	1.8	1.8	8.2	1.4	2.6	8.0	2.6
TH0	0.4	8.2	3.0	3.0	8.0	1.2	3.0	8.2	2.4
TH1	2.0	8.0	2.2	2.0	8.8	2.0	2.6	9.8	1.2
TH2	1.4	8.4	2.6	1.6	8.8	2.4	2.0	8.6	1.6
TH3	1.0	8.0	1.6	2.0	6.2	1.6	1.2	8.0	1.6
TH4	0.4	8.2	1.6	1.6	7.2	0.4	1.8	8.0	1.4
TH5	1.2	5.8	2.0	2.0	7.4	2.0	2.6	8.6	2.4

6- Résultats des rendements réels

Tableau 15 : Rendement réel (variété Désirée)

<i>Récolte 1</i>		<i>Récolte 2</i>		<i>Récolte 3</i>	
<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels1</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels2</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels3</i>
TS0	24,28	TS2	19,96	TH5	23,85
TH2	18,77	TH5	18,84	TH3	21,36
TH5	18,61	TS3	17,68	TS3	19,07
TH3	18,37	TS0	16,42	TS4	17,19
TH4	16,16	TS4	13,56	TH0	17,08
TH1	15,60	TH1	13,45	TS2	16,64
TS2	15,36	TS1	13,11	TS0	16,13
TH0	13,34	TH3	12,46	TH2	15,94
TS1	10,94	TH0	9,31	TH4	15,64
TS5	10,80	TS5	9,22	TH1	15,60
TS4	10,20	TH2	8,73	TS1	11,89
TS3	10,04	TH4	7,37	TS5	11,55

Tableau 16 : Rendement réel (variété Mondial)

<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels1</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels2</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels3</i>
TH1	23,16	TS1	26,57	TS1	17,59
TS1	19,60	TH2	21,58	TS2	16,51
TH0	19,20	TS3	17,09	TS4	15,38
TH3	17,49	TS4	15,87	TS3	15,13
TS4	15,00	TH3	13,11	TH0	14,08
TS2	13,16	TS2	12,89	TH2	13,05
TH2	12,51	TH1	11,72	TH3	12,94
TS3	12,50	TS5	11,16	TS5	10,81
TH5	10,90	TH5	10,35	TH5	8,80
TH4	9,31	TS0	8,08	TH4	7,25
TS5	8,10	TH4	7,89	TH1	4,43
TS0	5,03	TH0	7,11	TS0	2,81

Tableau 17 : Rendement réel (variété Nicola)

<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels1</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels2</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels3</i>
TS1	24,84	TS1	23,28	TS1	27,99
TH0	21,07	TS3	22,76	TH1	25,71
TS2	20,13	TH1	21,31	TS3	23,17
TH1	20,00	TH0	21,03	TS2	21,71
TS5	19,34	TS5	20,22	TH0	20,86
TH2	18,13	TH5	19,60	TH2	20,72
TS3	16,75	TS2	19,57	TH5	20,11
TH3	16,59	TH2	19,22	TH4	18,90
TH4	14,98	TS4	17,88	TS5	17,58
TH5	13,87	TH4	15,03	TH3	16,60
TS0	13,58	TH3	13,56	TS4	14,64
TS4	10,98	TS0	12,34	TS0	13,33

Tableau 18 : Rendement réel (variété Diamant)

<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels1</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels2</i>	<i>Traitement</i>	<i>Rdts réels3</i>
TS1	21,22	TS1	23,61	TS1	20,13
TH4	19,66	TH0	22,60	TS5	18,00
TH1	18,24	TH1	19,69	TS0	16,13
TH2	16,77	TS3	18,09	TS4	14,25
TS3	16,30	TH3	17,20	TS3	14,11
TS2	15,03	TS2	16,80	TS2	13,97
TH3	13,82	TS0	16,41	TH3	13,49
TS0	13,08	TH4	15,08	TH1	13,15
TS4	11,20	TS4	12,12	TH4	8,44
TH0	9,39	TS5	11,91	TH0	8,39
TS5	8,15	TH2	4,41	TH2	7,75
TH5	2,63	TH5	0,63	TH5	6,57

7- Vue par satellite (googleearth, 2008)





8- Vraie semence (True Potato Seed)

La plupart des agriculteurs conserve une partie de leurs rendements de la dernière récolte de pomme de terre pour la prochaine campagne comme semences. Peu entre eux qui utilisent une semence issue de vraies semences (TPS).

La vraie semence (True Potato seed) a de nombreux avantages par rapport à la plantation de tubercules. L'un est l'évidente différence entre le stockage et le transport de tonnes de tubercules. Les agriculteurs qui normalement planter un hectare de pomme de terre au moyen de deux tonnes de semences tubercules peuvent atteindre les mêmes ou de meilleurs résultats en comparaison avec une plantation de 100 grammes environ de vraie semences (TPS). Aussi, un faible coût de la vraie semence est un autre avantage : elle coûte environ 90 000,00 DA pour planter un hectare de (semences tubercules), alors que 100 grammes de vraie semence coûte environ 6 000,00 DA par hectare.

La vraie semence donne également aux agriculteurs des variétés de qualités supérieures. Encore plus, la possibilité d'améliorer la qualité des variétés vis-à-vis la résistance contre les maladies et la sécheresse en une saison ou deux, en comparaison avec 10 ans de recherches concernant la semence tubercule. La vraie semence ne sera pas semée directement dans le sol comme le blé ou le maïs, mais elle est d'abord semée dans un semoir, comme la tomate, puis elle sera transplantée dans le champ.

Mais malheureusement, la vraie semence de pomme de terre ne donne pas de bons résultats comme il est le cas avec la tomate (CIP, 2009).

La reproduction de la pomme de terre

La pomme de terre produit des fruits, des sortes de petites tomates vertes, remplies de graines. Cependant, il est très difficile d'obtenir des nouveaux plants de pommes de terre à partir de ces semences.

La reproduction sexuée chez la pomme de terre est donc surtout utilisée pour obtenir de nouvelles variétés (sélection génétique).

Le mode de reproduction le plus fréquent chez la pomme de terre est la multiplication végétative. Les tubercules sont alors utilisés comme semences. Les plants qui en sont issus sont identiques aux tubercules plantés (IYP, 2008).

ملخص

خلال عملية إنتاج شتلات (بذور) البطاطس واجهت شركة التطور الفلاحي (SAGRODEV) بعض المشاكل الميدانية وتحديدًا النمو المفرط للدرنات، دورة نمو طويلة نسبيًا...، تم تجربة أربع أنواع من بذور البطاطس (مونديال، ديزيري، نيكولا وديامون) حيث استخدمت طرق مختلفة من التسميد. الهدف الرئيسي هو تحسين الإنتاج (هكتار) والنوعية (حجم ونوعية الدرنات عن طريق تقصير دورة الإنتاج). أيضًا السيطرة على التسميد في عملية تكاثر بذور البطاطس المنتجة محليًا، زيادة عدد الدرنات وتقصير فترة دورة الإنتاج للحد من مخاطر المرض. يمكن اعتبار الأسمدة المحلية هي الأحسن للإنتاج الشتلات (بذور) وخاصة ديامون، نيكولا ومونديال. يكفي التأثير على التوازنات الأيونية وتاريخ التسميد للسماح بإنتاج درنات ذات حجم ودورة إنتاج مقبولين ومن ثم سعر مقبول.

Résumé

Suite aux problèmes rencontrés au cours de la multiplication de semences de pomme de terre au niveau de la SAGRODEV, plus précisément le grossissement excessive des tubercules fils, un cycle de culture moyennement long..., quatre variétés (Mondial, Désirée, Nicola et Diamant) ont été utilisées pour appliquer les différents modes de fertilisation.

L'objectif principal est d'améliorer quantitativement (tonnage par hectare) et qualitativement (calibre et qualité sanitaire des tubercules fils par le raccourcissement du cycle) la production de la semence de pomme de terre. Ainsi, maîtriser l'influence de la fertilisation sur la multiplication de semences de pomme de terre produites localement, diminution des calibres, augmentation du nombre de tubercules fils et raccourcissement du cycle végétatif pour limiter les risques pathologiques.

Les engrais locaux peuvent être envisagés pour la production de semences de pomme de terre, notamment pour les trois variétés Diamant, Nicola et Mondial. Il suffit de jouer sur leurs équilibres ioniques et sur la date d'épandage pour favoriser la production de tubercules de calibre semences en vue de produire un nombre de tubercules / plant économiquement rentable.

Summary

Following the problems encountered during the multiplication of seed potatoes at the SAGRODEV, specifically the excessive growth of tubers son, a moderately long growing cycle ..., four varieties (Mondial, Desiree, Nicola and Diamant) have been used to implement different modes of fertilization.

The main objective is to improve the quantity (tonnage per hectare) and quality (size and quality of health tubers son by shortening the cycle) the production of seed potato. Thus, controlling the influence of fertilization on the multiplication of potato seed produced locally, reduced sizes, increase the number of tubers son and shortening of the growing season to minimize disease risks.

The local fertilizer can be considered for production of seed potatoes, especially for three varieties Diamant, Nicola and Mondial. Just playing on their ionic equilibria and the application date to allow the production of seed tubers to produce a number of tubers per plant economically viable.