

Université Saad Dahlab de Blida1
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de Biotechnologie

THESE DE DOCTORAT
En Sciences Agronomiques

ETUDE DE COMPORTEMENT DE DIX VARIETES DE POMME DE TERRE
INVENTAIRE SUR LES MALADIES ET LES RAVAGEURS DE POMME DE
TERRE

Par :
Hocine KHEDAM

Devant le jury composé de :

Z.E. DJAZOLI	professeur U. Blida 1	Président
L. ALLAL BENFEKIH	professeur U. Blida 1	Promotrice
C. CHAOUIA	M C A U. Blida 1	Examinatrice
K . ARAB	professeur U. Boumerdes	Examineur
L. BENDIFALLAH	M C A U. Boumerdes	Examinatrice
A. AIT BELKACEM	M C A U. Djelfa	Examineur

Blida, juillet 2018

RÉSUMÉ

Etude de comportement de dix variétés de pomme de terre inventaire sur les maladies et les ravageurs de pomme de terre

La pomme de terre constitue un aliment de base en Algérie. Il y a nécessité de produire des pommes de terre de qualité du point de vue rendement en production. Nous nous sommes intéressés à étudier la variabilité des productions en relation avec les zones de production algériennes en testant des variétés nouvellement introduites.

Les expérimentations ont été réalisées dans trois zones de production situées au niveau d'étages bioclimatiques différents, respectivement au littoral (Alger, Skikda et Mostaganem), des plaines (Ain Defla, Mascara, Mila) et des hauts plateaux (Tiaret, Bouira et Oum Bouaghi). Nous avons évalué les rendements (Qx/ha) de Douze variétés homologuées de pomme de terre provenant de France et des Pays Bas en comparaison avec ceux des variétés fixes les plus cultivées en Algérie « Spunta » et « Désirée » pendant la période de saison de l'année 2013 et 2014 dans les stations étudiées.

Par ailleurs, l'accroissement de la production et l'augmentation des rendements sont conditionnés par l'amélioration des conditions de production qui est à son tour régie par le respect des normes phytosanitaires qui permettent de prévenir et limiter les maladies qui peuvent éventuellement toucher la culture de pomme de terre

Étude des maladies et ravageur Notations au champ Ces notations sont effectuées au niveau de l'essai maladies. Elles traduisent les observations visuelles du degré d'attaque des variétés par les maladies dans les conditions naturelles de contamination. Les maladies observées sont les maladies virales (Mosaïques et enroulement), les maladies bactériennes (Jambe noire) et les maladies cryptogamiques (Mildiou, Alternaria et Rhizoctone) et ravageur.

Les échantillons qui possèdent des symptômes des maladies ont caractérisé au niveau de laboratoire à fin de caractériser l'agent pathogène Pour les maladies fongiques et bactéries sont cultivé sur milieu PDA et milieu gélosées générale Et les maladies virale sont identifiées par le teste ELISA

Les résultats montrent que les variétés 'Challenger', 'Synergie', sont les plus rentables atteignant plus de 350 Qx/ha dans les trois différents zones climatiques et leur résistance vis-à-vis aux maladies et ravageurs. La variété « Royal » a donné un bon rendement de 270 Qx/ha en zone littorale, la variété « Milva » a donné le meilleur rendement qui est de 230Qx/ha, alors que la variété « Rumba » a donné le rendement le plus élevé de 250Qx/ha au niveau des hauts plateaux à Tiaret. Les autres variétés telles que « Lusa » et « Senna » ont réagissent d'une manière négative aux différents climats par rapport aux témoins et leur sensibilité vis-à-vis aux maladies et ravageurs.

Mots clés: Algérie, climat, étage bioclimatique, Pomme de terre, rendement, variétés maladies, ravageur.

SUMMARY

Behavioral study of ten varieties of potato inventory on diseases and pests of potato

The potato is a staple food in Algeria. There is a need to produce quality potatoes from the point of view production yield. We were interested in studying the variability of the productions in relation with the Algerian production zones by testing newly introduced varieties.

The experiments were carried out in three production zones located at different bioclimatic levels, respectively at the coast (Algiers, Skikda and Mostaganem), the plains (Ain Defla, Mascara, Mila) and the highlands (Tiaret, Bouira and Oum). Bouaghi). We evaluated the yields (Qx / ha) of 12 registered varieties of potato from France and the Netherlands in comparison with those of the most cultivated fixed varieties in Algeria "Spunta" and "Désirée" during the growing season. the year 2013 and 2014 in the studied stations.

On the other hand, the increase of production and the increase of yields are conditioned by the improvement of the production conditions, which is in turn governed by the respect of the phytosanitary standards which make it possible to prevent and limit the diseases which can possibly affect the potato crop

Study of diseases and pest Notations in the field These notations are carried out at the level of the test diseases. They translate the visual observations of the degree of attack of the varieties by the diseases in the natural conditions of contamination. The diseases observed are viral diseases (mosaics and winding), bacterial diseases (blackleg) and fungal diseases (mildew, rot and Rhizoctonia) and pest.

Samples that have disease symptoms characterized at the laboratory level for the purpose of characterized the pathogen For fungal diseases and bacteria are grown on PDA medium and general agar medium and viral diseases are identified by ELISA test

The results show that 'Challenger' varieties, 'Synergy', are the most profitable reaching more than 350 Qx / ha in the three different climate zones and their resistance to diseases and pests. The "Royal" variety gave a good yield of 270 Qx / ha in the littoral zone, the "Milva" variety gave the best yield of 230Qx / ha, while the "Rumba" variety gave the highest yield. 250Qx / ha at the highlands in Tiaret. Other varieties such as "Lusa" and "Senna" have a negative reaction to different climates compared to controls and their susceptibility to diseases and pests.

Key words: Algeria, climate, bioclimatic stage, potato, yield, disease varieties, pest

ملخص

دراسة سلوكية لعشرة أنواع من مخزون البطاطس على الأمراض وآفات البطاطا

البطاطس غذاء أساسي في الجزائر. هناك حاجة لإنتاج البطاطا ذات الجودة من وجهة نظر الإنتاج. كنا مهتمين بدراسة التغير في الإنتاج في العلاقة مع مناطق الإنتاج الجزائرية من خلال اختبار أصناف أحدث حديثا

وأجريت التجارب في ثلاثة مناطق الإنتاج التي تقع في المناطق المناخية البيولوجية المختلفة، على التوالي الساحل (الجزائر وسكيكدة ومستغانم)، السهول (عين الدفلى، معسكر، ميله) والمرتفعات (تيارت، البويرة وأم البواقي). قمنا هكتار) اثنا عشر أصناف تم إصدارها من البطاطا من فرنسا وهولندا في مقارنة مع تلك الأصناف الأكثر بتقييم الأداء المزروعة ثابتة في الجزائر "سبونت" و "ديزيري" خلال الفترة الموسمية العام 2013 و 2014 في المحطات المدروسة.

وعلاوة على ذلك، هي مشروطة بزيادة الإنتاج وزيادة الغلة عن طريق تحسين ظروف الإنتاج والتي بدورها محكومة الامتثال لمعايير الصحة النباتية التي تمنع والمرض الحد الذي قد لمس في نهاية المطاف محصول البطاطا

دراسة الأمراض والآفات في المجال توضع هذه الترميزات على مستوى أمراض الاختبار. انهم يترجمون الملاحظات البصرية لدرجة الهجوم على الأصناف من الأمراض في الظروف الطبيعية للتلوث. الأمراض الملاحظة هي الأمراض الفيروسية (الفسيفساء ومتعرج)، الأمراض البكتيرية (الساق السوداء) والأمراض الفطرية (آفة، رايوكتونيا والآفات (Alternerai) و

العينات التي ظهرت عليها أعراض مرضية اخذت للمختبر لغرض وصفها للمرض. تزرع الأمراض الفطرية والبكتيريا على وسط الأضداد المتوسطة والمتوسطة العامة، ويتم تحديد الأمراض الفيروسية بواسطة اختبار

ELISA

تظهر النتائج أن أصناف "تشانجر"، "سينرجي"، هي الأكثر ربحية حيث تصل إلى أكثر من 350 كيو / هكتار في المناطق المناخية الثلاثة المختلفة ومقاومتها للأمراض والآفات. وقد أعطى الصنف "الملك" محصولاً جيداً قدره 270 كيو / هكتار في المنطقة الساحلية، وأعطى الصنف "ميلفا" أفضل عائد من 230 هكتار / هكتار، بينما أعطى و "Lusa" الأنواع الأخرى مثل Tiarret. في المرتفعات في Qx / ha صنف "رومبا" أعلى إنتاجية. 250 لها رد فعل سلبي على المناخات المختلفة مقارنة بالضوابط وقابليتها للأمراض والآفات "Senna"

الكلمات المفتاحية: الجزائر، المناخ، المناخ البيومناخي، البطاطس، المحصول، أصناف الأمراض، الآفات.

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu le miséricordieux, le tout puissant qui m'a donné la Santé, la volonté et la patience pour réaliser ce travail

En premier lieu, je tiens à remercier ma directrice de thèse, Madame **M^{me} Allal Benfekih Leila**, professeur à l'**USD Blida**, qui a accepté de diriger ce travail. Avec son esprit éclairé et son aide efficace, j'ai pu surmonter beaucoup d'obstacles dans la réalisation pratique de ce travail de recherche. Je lui exprime toute ma reconnaissance pour son aide, sa compréhension et ma profonde et respectueuse gratitude

J'exprime mes plus vifs remerciements à Monsieur **Djazoli Zahre Eddine**, professeur à l'**USD Blida**, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ma thèse.

Je remercie sincèrement Madame. **Chaouia Cherifa**, maître de conférences à l'**USD Blida** pour bien voulu accepter de faire partie du jury.

Je remercie vivement à Monsieur **Arab Karim**, professeur à **UMB Boumerdes** son aide, sa disponibilité toujours renouvelée, ses précieux conseils et ses orientations m'ont été d'un apport considérable pour la réalisation de ce travail et d'avoir accepter de faire partie du jury.

Je remercie vivement Madame **Bendifallah Leila**, maître de conférences **UMB Boumerdes**, son aide, sa disponibilité toujours renouvelée, ses précieux conseils et ses orientations m'ont été d'un apport considérable pour la réalisation de ce travail et d'avoir accepter de faire partie du jury.

Je remercie sincèrement Monsieur. **Ait Belkacem Abdelkerim** , maître de conférences à l'**UZA Djelfa** pour bien voulu accepter de faire partie du jury.

J'adresse mes remerciements à Monsieur **KHEDDAM M.**, Directeur Général du CNCC pour L'aide qu'il m'a apporté.

Mes remerciements vont également à tous les enseignants **d'UMB Boumerdes** et **l'USD Blida**

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure I.1 : Caractéristiques morphologiques et cycle végétatif de la pomme de terre [25].....	24
Figure I.2 : Importance de la production par continents.	34
Figure I.3 : Taux de consommation mondiale annuelle par habitant.	34
Figure I.4 : Principaux pays producteurs de pomme de terre.....	35
Figure I.5 : Evolution de la production de pommes de terre de consommation (de 2000 à 2014).	37
Figure I.6 : Évolution des productions de la pomme de terre en Algérie de 1998 à 2013 [34].	37
Figure I.7 : Production de pomme de terre dans le Maghreb (FAO, 2014).	38
Figure I.8 : Evolution de la production de semences de pommes de terre (2000-2014).....	39
Figure I.9 : Répartition des variétés de semences de pomme de terre par superficies.....	42
Figure I.10 : Les principales wilayas productrices de pomme de terre de consommation en Algérie.....	43
Figure I.11 : Principales wilayas productrices de semences de pomme de terre en Algérie.....	44
Figure I.12 : Calendriers de culture de pomme de terre en Algérie.....	45
Figure I.13 : Localisation sur la plante des principales maladies fongiques et bactériennes de la pomme de terre [42].....	46
Figure I.14 : Taches brunes sur feuilles et tiges causées par le mildiou de la pomme de terre (Anonyme, 2008).	62
Figure I.15 : Pourriture marron progressant vers l'intérieur du tubercule causée par le mildiou de la pomme de terre (Anonyme, 2008).....	62
Figure I.16 : Pourriture sèche causée par <i>Alternaria</i> (Anonyme, 2008).	62
Figure I.17 : Pourriture sèche de type Gangrène (Anonyme, 2008).....	62
Figure I.18 : Rhizoctone brun (Anonyme,1998).....	62
Figure I.19 : Enroulement des feuilles de la base lié à une infection par PLRV. ...	62
Figure I.20 : Adulte du Doryphore (polese, 2006).	62
Figure I.21 : Gaufrage, brillance et décoloration du bord des folioles provoqué par une carence en potassium (Anonyme).....	62
Figure II.1 : Présentation des sites d'étude.	68
Figure II.2 : Localisation de la station expérimentale du Centre National de Contrôle et de Certification des Semences et Plants (C.N.C.C.) de Bab Ezzouar (Google Earth 2013).....	68
Figure II.3 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur d'El Harrouch (Google Earth 2013).	69
Figure II.4 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Sirat (Google Earth 2013).	70

Figure II.5 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur Ben Ain i à Bir Ouled Khelifa (Google Earth 2013).....	70
Figure II.6 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Ain Beida (Google Earth 2013).	71
Figure II.7 : localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Ghriss (Google Earth 2013).	72
Figure II.8 : Localisation de la station expérimentale du l'établissement producteur Zouaid. D'Ain Bessem (Google Earth 2013).	72
Figure II.9 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Mahdia (Google Earth 2013).....	73
Figure II.10 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Ksar Sbahi (Google Earth 2013).	74
Figure II.11 : Tranches de productions de la culture de pomme de terre.	75
Figure II.12 : Répartition des différentes régions dans le climagramme d'Emberger.....	77
Figure II.13 : Variation des températures et quantités de pluies mensuelles au niveau du littoral en 2013 (Région d'Alger).	78
Figure II.14: Variétés témoins : Tubercule entier, en coupe et germes :.....	79
Figure II.15 : Dispositif expérimental de l'essai rendement.	82
Figure II.16 : Dispositif expérimental de l'essai maladie.....	83
Figure II.17 : Itinéraire technique de la culture de pomme de terre [13].	84
Figure II.18 : Travaux d'entretien et récoltes au niveau des parcelles de pomme de terre des sites d'étude.....	86
Figure III.1 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale d'Alger (2013-2014).....	96
Figure III.2 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Skikda (2013-2014).....	98
Figure III.3 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Mostaganem (2013-2014).....	100
Figure III.4 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Aïn Defla (2013-2014).....	102
Figure III.5 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Mila (2013-2014).....	104
Figure III.6 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Mascara (2013-2014).....	106
Figure III.7 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Bouira (2013-2014).....	108

Figure III.8 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Tiaret (2013-2014).....	110
Figure III.9 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Oum Bouaghi (2013-2014).....	112
Figure III.10 : Variabilité des rendements des variétés de pomme de terre à peaux blanche et rouge traitées, au niveau des zones du littoral, des plaines et des hauts plateaux en 2013 et 2014 (b, ro, r, m, s, c, sp, yo, ev, sen, lu, de : désignent les différentes variétés).....	114
Figure III.11 : Variabilité comparée des rendements moyens des pommes de terre à peau blanche (pbl) et à peau rouge (pr) traitées, selon la zone agroclimatique en 2013 et 2014. (T : variété témoin, t : variété testée).....	115
Figure III.12 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre traitée selon les zones agroclimatiques.	116
Figure III.13 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre traitée selon les sites expérimentaux en 2013 et 2014.	117
Figure III.14 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre traitée selon les variétés témoins et testées en 2013 et 2014. .	119
Figure III.15 : Répartition annuelle des rendements variétaux qx/ha des pommes de terre à peau blanche et à peau rouge selon les régions d'étude.....	121
Figure III.16 : Variabilité des rendements des variétés de pomme de terre en 2013 et 2014 (b, ro, r, m, s, c, sp, yo, ev, sen, lu, de : désignent les différentes variétés).	123
Figure III.17 : Variabilité comparée des rendements moyens des pommes de terre à peau blanche (pbl) et à peau rouge (pr) non traitées, selon la zone agroclimatique en 2013 et 2014. (T : variété témoin, t : variété testée).....	124
Figure III.18 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre non traitée selon les zones agroclimatiques.	125
Figure III.19 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre non traitée selon les sites expérimentaux en 2013 et 2014.	126
Figure III.20 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre non traitée selon les variétés témoins et testées en 2013 et 2014.	127
Figure III.21 : Répartition annuelle des rendements variétaux qx/ha des pommes de terre à peau blanche et à peau rouge selon les régions d'étude.....	128
Figure III.22 : Moyennes des rendements en pomme de terre selon les variétés, les zones et les années d'étude (Anova, modèle linéaire global).....	131
Figure III.23 : Moyennes des indices de rendements en pomme de terre selon les variétés, les zones et les années d'étude (Anova, modèle linéaire global).	132
Figure III.24 : Variation annuelle des taux d'infestation par les maladies virales chez les variétés de pomme de terre étudiées dans les trois zones agroclimatiques.	134

Figure III.25 : Variation annuelle des taux d'infestation par les maladies fongiques chez les variétés de pomme de terre étudiées dans les trois zones agroclimatiques.	135
Figure III.26 : Variation annuelle des taux d'infestation par les maladies bactériennes chez les variétés de pomme de terre étudiées dans les trois zones agroclimatiques.	136
Figure III.27 : Infestations globales % des variétés de pomme de terre à peau blanche et à peau rouge selon les zones agroclimatiques en 2013 et 2014.	137
Figure III.28 : Projection des variables des infestations par les différentes maladies sur les variétés à peau blanche et à peau rouge étudiées sur le plan F1xF2 de l'AFC et classification ascendante hiérarchique associée (2013).....	139
Figure III.29 : Projection des variables des infestations par les différentes maladies sur les variétés à peau blanche et à peau rouge étudiées sur le plan F1xF2 de l'AFC et classification ascendante hiérarchique associée (2013).....	141
Figure III.30 : Analyses comparées des infestations par les maladies virales, fongiques et bactériennes (Anova, modèle linéaire global).	143
Figure III.31 : Variation des sensibilités variétales des pommes de terre étudiées aux différentes maladies.	146
Figure III.32 : Variabilité des infestations par la teigne de la pomme de terre sur les variétés testées dans les zones étudiées.....	147
Figure III.33 : Analyse comparée des infestations par la teigne sur les variétés testées dans les trois zones d'étude.	148
Tableau I.1 : Principales variétés de pomme de terre cultivées en Algérie.	41
Tableau I.2 : Les mauvaises herbes type dicotylédones de la pomme de terre.	63
Tableau I.3 : Les mauvaises herbes type graminées de la pomme de terre.	64
Tableau II.1 : Liste des variétés de pomme de terre testées.....	79
Tableau II.2 : Les différentes opérations culturales pour la préparation du sol.	85
Tableau II.3 : Dates des plantations.....	85
Tableau II.4 : Dates des désherbages chimiques (essai rendement et maladie).	87
Tableau II.5 : Dates d'épandage d'engrais (essai rendement et maladie).	87
Tableau II.6 : Traitements chimiques utilisés (essai rendement).....	88
Tableau II.7 : Dates de binage et buttage (essai rendement et maladie).	88
Tableau II.8 : Dates des défanages (essai rendement et maladie).	89
Tableau II.9 : Dates des récoltes (essai rendement et maladie).	90
Tableau II.10 : Echelle de notation(N) des maladies.....	92
Tableau III.1 : Rendement (qx) des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale d'Alger. IR : Indice de Rendement (%), 'Spunta' : variété témoin à peau blanche, 'Désirée' : variété témoin à peau rouge.	95
Tableau III.2 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Skikda (2013-2014).	97

Tableau III.3 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mostaganem (2013-2014).....	99
Tableau III.4 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Ain Defla (2013-2014).	101
Tableau III.5 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mila (2013-2014). ...	103
Tableau III.6 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mascara (2013-2014).	105
Tableau III.7 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Bouira (2013-2014).	107
Tableau III.8 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mascara (2013-2014)	109
Tableau III.9 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale d'Oum Bouaghi (2013-2014).....	112
Tableau III.10 : Rendements des variétés de pomme de terre par zone agroclimatique en 2013 et 2014 (Lt : Littoral, P: plaines, HP: Haut Plateaux)....	113
Tableau III.11 : Sensibilité des variétés étudiées aux maladies virales.....	144
Tableau III.12 : Sensibilité des variétés étudiées aux maladies fongiques et bactériennes.....	145

TABLE DES MATIERES

RÉSUME.....	1
REMERCIEMENTS.....	4
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX.....	5
TABLE DES MATIERES	10
INTRODUCTION.....	16
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	20
I.1. Généralités sur la pomme de terre	20
I.1.1. Historique et origine	20
I.1.2. Origine génétique.....	21
I.1.3. Description botanique	21
I.1.4. Description morphologique	22
I.1.4.1. L'appareil aérien	22
I.1.4.1.1. Feuilles	22
I.1.4.1.2. Fleurs	23
I.1.4.1.3. Fruits	25
I.1.4.2. L'appareil souterrain	25
I.1.4.2.1. Morphologie externe et interne du tubercule	25
I.1.4.2.2. Caractéristiques du tubercule.....	26
I.1.5. Multiplication et physiologie de la plante.....	27
I.1.6. Culture de la pomme de terre	28
I.1.6.1. Exigences	28
I.1.6.1.1. Température.....	28
I.1.6.1.2. Sol	28
I.1.6.1.3. Fertilisation	29
I.1.6.1.4. Eau.....	29
I.1.6.2. Itinéraire technique de production.....	29
I.1.6.2.1. Choix variétal et préparation de plants	29
I.1.6.2.2. Préparation du lit de semences	30
I.1.6.2.3. Plantation	30

I.1.6.2.4. Binage et Buttage	30
I.1.6.2.5. Désherbage et irrigation	31
I.1.6.2.6. Défanage et récolte	31
I.1.6.3. Types de culture de pomme de terre et stockage en Algérie.....	32
I.2. Importance de la culture de la pomme de terre	33
I.2.1. Importance de la culture de la pomme de terre dans le monde	33
I.2.2. Importance de la culture de la pomme de terre en Algérie	35
I.2.2.1. Pomme de terre de consommation.....	36
I.2.2.2. Semence de pommes de terre.....	38
I.2.3. Organisation de la filière pomme de terre en Algérie.	39
I.2.3.1. Principales variétés cultivées.....	41
I.2.3.2. Principales wilayas productrices	42
I.2.3.3. Calendriers de culture.....	44
I.3. Maladies, ravageurs, carences et adventices	45
I.3.1. Maladies	45
I.3.1.1. Maladies fongiques.....	47
I.3.1.1.1. Mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>)	47
I.3.1.1.2. Alternariose (<i>Alternaria solani</i> , <i>Alternaria alternata</i>)	48
I.3.1.1.3. Fusarioses (<i>Fusarium caeruleum</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Verticillium roseum</i>)	49
I.3.1.1.4. Gangrène (<i>Phoma exigu</i>).....	50
I.3.1.1.5. Rhizoctone brun (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	51
I.3.1.2. Maladies bactériennes.....	52
I.3.1.2.1. Gale commune (<i>Streptomyces scabies</i>).....	52
I.3.1.2.2. La jambe noire et la pourriture molle (<i>Erwinia carotovora</i> , <i>Erwinia chrysanthémi</i>).....	52
I.3.1.2.3. Bactériose vasculaire (<i>Pseudomonas solanacearum</i>).....	53
I.3.1.2.4. Prévention et lutte contre les bactéries.....	53
I.3.1.3. Maladies virales	53
I.3.1.3.1. Virus de l'enroulement de la pomme de terre (Potatoleafroll virus, PLRV).....	55
I.3.1.3.2. Virus Y de la mosaïque pomme de terre (Potato virus Y).....	55
I.3.1.3.3. Le virus de la mosaïque plane ou bénigne (virus X de la pomme de terre).....	56

I.3.1.3.4. Prévention et lutte contre les virus	56
I.3.2. Autres maladies non parasitaires.....	57
I.3.3. Ravageurs	58
I.3.3.1. Pucerons	58
I.3.3.2. Doryphore.....	60
I.3.3.3. Teigne de la pomme de terre.....	60
I.3.3.4. Nématodes à kystes	61
I.3.4. Adventices	63
I.3.5. Désordres différents.....	65
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	67
II.1. Localisation de l'expérimentation	67
II.1.1. Site d'Alger (Bab-Ezzouar)	68
II.1.2. Site de Skikda (El Harrouch).....	69
II.1.3. Site de Mostaganem (Sirat)	69
II.1.4. Site d'Ain Defla (Bir Ouled Khelifa)	70
II.1.5. Site de Mila (Ain Beida Harriche)	71
II.1.6. Site de Mascara (Ghriss)	71
II.1.7. Site de Bouira (Ain Bessem).....	72
II.1.8. Site de Tairret (Mahdia)	73
II.1.9. Site d'Oum bouaghi (Ksar Sbahi).....	73
II.2. Mise en place des essais	74
II.3. Conditions édapho-climatiques et analyses nématologiques.....	74
II.3.1. Conditions édaphiques	74
II.3.1.1. Sols de la zone littorale.....	74
II.3.1.2. Sols de la zone des plaines	75
II.3.1.3. Sols de la zone des hauts plateaux	76
II.3.2. Conditions climatiques	76
II.3.3. Analyse des nématodes à kystes.....	78
II.4. Matériel végétal.....	79
II.5. Protocole expérimental	80
II.5.1. Objectif et principe de l'essai	80
II.5.2. Dispositif expérimental.....	80
II.6. Itinéraire technique.....	81

II.6.1. Travail du sol.....	84
II.6.2. Pré-germination des tubercules et plantation.....	84
II.6.3. Travaux d'entretiens	85
II.6.3.1. Désherbage	86
II.6.3.2. Fertilisation	87
II.6.3.3. Traitements chimiques.....	87
II.6.3.4. Binage et buttage.....	88
II.6.3.5. Irrigation.....	89
II.6.3.6. Défanage	89
II.6.4. Récolte.....	90
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	94
III.1. Rendements des différentes variétés de pomme de terre testées dans les sites d'étude	94
III.1.1. Sites de la zone littorale	94
III.1.1.1. Station expérimentale d'Alger (Bab-Ezzouar)	95
III.1.1.2. Station expérimentale de Skikda (El Harrouch)	96
III.1.1.3. Station de Mostaganem (Sirat)	98
III.1.2. Sites de la zone des plaines	100
III.1.2.1. Station de Ain Defla (Bir Ouled Khelifa)	101
III.1.2.2. Station de Mila (Ain Beida harriche)	102
III.1.2.3. Station de Mascara (Ghriss)	104
III.1.3. Sites de la zone des hauts plateaux	106
III.1.3.1. Station de Bouira (Ain Bessem).....	107
III.1.3.2. Station de Tiaret (Mahdia)	109
III.1.3.3. Station d'Oum Bouaghi (Ksar Sbahi).....	111
III.2. Analyse de la variabilité des rendements variétaux en pomme de terre sous l'effet des traitements phytosanitaires au niveau des zones agroclimatiques étudiées	113
III.2.1. Variation annuelle des rendements des variétés à peau blanche et à peau rouge.....	113
III.2.2. Influence du traitement phytosanitaire sur la distribution globale des rendements variétaux (Qx/ha) en pomme de terre	120
III.3. Analyse de la variabilité des rendements variétaux en pomme de terre sans traitements phytosanitaires	123

III.3.1. Variation annuelle des rendements des variétés à peau blanche et à peau rouge.....	123
III.3.2. Distribution globale des rendements variétaux (Qx/ha) en pomme de terre sans traitement phytosanitaire	127
III.4. Rendements et indices de rendement comparés	129
III.4.1. Modèle linéaire global appliqué à l'analyse comparée des rendements variétaux en pomme de terre	130
III.4.2. Modèle linéaire global appliqué à l'analyse comparée des indices des rendements variétaux en pomme de terre	131
III.5. Variation des taux d'infestation des variétés de pomme de terre par les maladies dans les zones agroclimatiques étudiées en 2013 et 2014.....	133
III.5.1. Variation des taux d'infestation des variétés étudiées par les maladies virales	133
III.5.2. Variation des taux d'infestation des variétés étudiées par les maladies fongiques	135
III.5.3. Variation des taux d'infestation des variétés étudiées par les maladies bactériennes	136
III.6. Distribution des taux d'infestation par les maladies sur les variétés de pomme de terre étudiées durant la période d'étude.....	137
III.6.1. Infestations globales en 2013 et 2014	137
III.6.2. Variabilité des tendances de répartition des maladies en 2013	138
III.6.3. Variabilité des tendances de répartition des maladies en 2014	140
III.7. Analyse comparée de la sensibilité des variétés de pomme de terre étudiées aux principales maladies observées	141
III.7.1. Analyse comparée des infestations	141
III.7.2. Variation des degrés de sensibilité globale des variétés de pomme de terre étudiées aux différentes maladies	142
III.7.3. Variation des degrés de sensibilité des variétés étudiées aux différentes maladies en relation avec les zones agroclimatiques	145
III.8. Variation des taux d'infestation des variétés de pomme de terre par les ravageurs dans les zones agroclimatiques étudiées en 2013 et 2014	147
III.9. Discussion.....	149
III.9.1. Rendement en Pomme de terre en fonction des années et selon les régions	149
III.9.2. Comportement des variétés de Pomme de terre aux bioagresseurs durant la période de l'étude	150
CONCLUSION	152

APPENDICES	154
APPENDICE A : LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS	154
APPENDICE B : ANNEXES	156
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	159

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La pomme de terre cultivée, (*Solanum tuberosum* L.), joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial .Ce légume, le plus productif au monde, est une source importante de revenus et l'une des denrées de base dans de nombreux pays. Elle est cultivée dans plus de 125 pays et consommée quotidiennement par plus d'un milliard de personnes [1].

Conscient de l'importance de la pomme de terre et son rôle d'aliment de base pour l'humanité, l'Assemblée générale des Nations unies a déclaré l'année 2008 comme année internationale de la pomme de terre et cela en guise de reconnaissance de l'importance de cette culture dans la sécurité alimentaire et l'éradication de la pauvreté et la famine à travers le monde, [2].

La pomme de terre est originaire de la région centrale de la cordillère des Andes en Amérique du sud se trouvant à une altitude supérieure à 2.000 mètres [3] et [4]. Elle constitue la principale ressource financière des populations à l'échelle mondiale [2].

Cette espèce a conquis en un peu moins de cinq siècles, toutes les régions montagneuses des zones tempérées de tous les continents du globe. Au cours du siècle dernier, sa production a particulièrement augmenté dans les plaines chaudes, humides et tropicales d'Afrique et d'Asie. C'est une herbacée vivace de par ses tubercules mais elle est cultivée comme une plante annuelle dans toutes les zones de production du monde. Les tubercules riches en amidon, sont utilisés principalement pour l'alimentation humaine et animale [5].

Le secteur de production de la culture de pomme de terre est en pleine évolution et n'a pas cessé de s'accroître à travers le monde. En effet, l'augmentation de la demande liée à la consommation a engendré une extension continue de cette culture. La production mondiale durant l'année 2014 s'estimait à 364 millions de tonnes, cultivée sur une superficie de 20 millions d'hectares [6].

L'entrée de cette culture en Algérie remonte au milieu de la première décennie du dix-neuvième siècle, période pendant laquelle elle se cultivait

principalement pour l'exporter vers le marché français. Après l'indépendance, l'agriculteur algérien a connu une dominance de la céréaliculture (Blé dur, Blé tendre et orge), mais la mauvaise répartition des pluies dans l'espace et dans le temps et la faible fertilité des sols ont entraîné un déficit céréalier considérable. Par conséquent, la culture de pomme de terre a été identifiée comme étant la culture alternative pour assurer la sécurité alimentaire. Son importance est due également au fait que sa production s'échelonne tout au long de l'année en trois tranches de production (primeur, saison et arrière-saison) et elle est cultivée au niveau de quatre zones agro-climatiques (littoral, sublittoral, atlas tellien et hautes plaines) [7].

Ainsi, la pomme de terre est devenue un produit important dans la consommation locale où elle occupe une place importante après les céréales dans le régime alimentaire de la population. Après les années 1970, la consommation par habitant et par an a connu une augmentation suite à une forte croissance démographique et suite à un très fort développement de la restauration basée sur la pomme de terre [8].

Du point de vue des superficies et des productions, la culture de pomme de terre occupe la première place parmi les cultures maraichères, les plus cultivées en Algérie. Par exemple en 2010, pour 400.000 ha occupés par les cultures maraichères, plus de 150.000 ha sont réservés pour la culture de pomme de terre soit 26 % de la superficie maraichère totale [9].

S'agissant de la productivité, elle s'élève à 4.673.516 tonnes cultivées avec un rendement de 299,2 qx/ha en 2014, alors que juste après l'indépendance elle s'élevait à 250.000 tonnes cultivée sur 15.000 ha seulement [8].

Cette évolution montre l'extension et le développement de cette culture à travers l'augmentation des superficies cultivées et l'occupation de nouvelles zones de cultures. Ainsi, cette extension a été illustrée à travers les programmes de développement agricoles lancés par le ministère de l'agriculture dans le cadre de l'évolution et le renforcement de l'agriculture dans les régions sahariennes et subsahariennes. Ce programme a incité à exploiter de nouvelles terres dans le but d'augmenter la production nationale en vue d'une autosuffisance. [10].

La wilaya d'El-Oued, a connue depuis quelques années un succès grandissant dans le domaine de la culture de pomme de terre. Aujourd'hui, cette wilaya est classée parmi les premières wilayas productrices de pomme de terre à l'échelle nationale, avec une production annuelle de plus de 11 millions de quintaux cultivées sur 35.000 ha, soit 40% de la production nationale en 2017. Ceci a permis d'approvisionner les wilayas limitrophes ainsi que plusieurs wilayas du nord [11].

Il est connu que l'accroissement de la production et l'augmentation des rendements sont conditionnés par l'amélioration des conditions de production qui est à son tour est régie par le respect des normes phytosanitaires qui permettent de prévenir et limiter les maladies qui peuvent éventuellement toucher la culture de pomme de terre. [10] (Haddadin, et al 2001) Les baisses des rendements sont en effet liées à la dégénérescence du matériel végétal de reproduction ainsi qu'aux pertes au stockage causées par de fortes infestations dues aux maladies et ravageurs. [12].

La gestion des semences, le contrôle des insectes et des maladies à travers la mise en place d'une protection phytosanitaire adéquate s'avèrent plus qu'indispensables comme mesures pour maitriser les itinéraires techniques de production et de stockage et augmenter les rendements ainsi que la commercialisation des produits.

Au regard des nombreuses contraintes liées au développement de la culture de pomme de terre dont principalement les problèmes phytosanitaires, la présente étude est axée sur les principaux bioagresseurs maladies virales, bactériennes et cryptogamiques et ravageurs dont la maitrise permettrait d'améliorer la productivité et la qualité technologique pour arriver à une semence de qualité.

Des questions se posent:

- Le choix variétal est-il un objectif à atteindre?
 - Faut-il oui ou non procéder aux différents traitements phytosanitaires pour pallier aux maladies et les ravageurs afin de maintenir les rendements à un niveau élevé?

- Est-il possible d'atténuer les contraintes liées à la baisse des rendements par une meilleure adaptation des variétés aux conditions édapho-climatiques de notre pays?

C'est dans cette optique que s'articule notre étude afin d'essayer de répondre à ces questions.

Notre travail sur l'étude de la variabilité des productions en pomme de terre en relation avec les zones de production algériennes appréhende de tester le comportement de variétés nouvellement introduites, en allant du littoral (Alger, Skikda et Mostaganem) vers les plaines (Ain Defla, Mascara, Mila) et les hauts plateaux (Tiaret, Bouira et Oum Bouaghi). Notre contribution est de rechercher lesquelles des variétés introduites sont performantes sur le plan de leur rendement et de leur résistance aux bioagresseurs en relation avec les conditions climatiques des régions d'étude.

Le présent document compte trois parties:

- La première partie est relative à la synthèse bibliographique où des généralités sont apportées sur la culture de pomme de terre et les principales maladies et ravageurs qui peuvent l'attaquer.
- La seconde partie concerne la méthodologie de travail développée et les résultats obtenus avec leurs interprétations liés aux rendements et au comportement des variétés vis-à-vis des maladies.
- La troisième partie traite de la discussion.

Nous terminerons enfin en donnant les principales conclusions ainsi que les perspectives proposées pour le développement de la culture de pomme de terre dans notre pays.

Chapitre I :

Synthèse

bibliographique

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralités sur la pomme de terre

I.1.1. Historique et origine

La pomme de terre est une plante annuelle d'origine sud-américaine. Elle a été découverte au Pérou pour la première fois en 1533 par l'espagnol Pedro de Cieza. Ainsi depuis les Andes péruviennes où les Incas l'employaient comme aliment, elle fut ramenée en Europe (Espagne) par les navigateurs espagnols en 1534, où elle est cultivée par les moines de Seville en 1573, sous le nom de Papa. Depuis lors, la pomme de terre va conquérir l'Europe, d'abord l'Espagne où elle prendra le nom de patata, puis l'Italie où elle est désignée taratoufli, l'Irlande (potato), l'Allemagne puis la France. C'est en 1716 que l'ingénieur français Antoine Augustin Parmentier employa le terme << Pomme de terre >> pour ainsi désigner les tubercules. En France, cette espèce doit surtout sa renommée au pharmacien Augustin Parmentier qui la proposa comme aliment de substitution en cas de disette notamment après la famine de 1769-1770 [13].

Depuis lors, la production progressa de façon spectaculaire et en une génération elle acquit le statut d'aliment parmi les plus importants en Europe, La pomme de terre aurait fait son entrée sur le continent européen par deux voies distinctes; l'une par l'Espagne et l'autre par l'Angleterre, dans la seconde moitié du XVI siècle. Les premiers tubercules arrivés en Europe appartenaient probablement à la sous-espèce *indigina*, [14]. Il a fallu un siècle et demi pour vaincre les préventions et l'ignorance pour que la pomme de terre s'installe en France. Introduite en Angleterre en 1594, la pomme de terre fût longtemps considérée outre-Manche un élixir de longue vie. Après sa vulgarisation, les médecins surent bien vite mettre à profit les vertus calmantes des feuilles dans les névralgies et les rhumatismes [15].

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite une première fois au XVI éme siècle par les Maures andalous qui ont propagé les

autres cultures dans la région : tomate, poivron, maïs, tabac ... puis elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt. Dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les colons vont la cultiver pour leur usage, car les algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30/40 qui viendra à bout de cette opposition [16], d'autre auteur dire que leur introduction en Algérie fût réalisée par les Français au début des années 1830. En 1898, l'Algérie était déjà un pays exportateur de pomme de terre [17].

Actuellement, elle peut être cultivée dans la plupart des continents en fonction des différentes stratégies liées aux variétés, aux techniques culturales et des possibilités de conservation [18].

1.1.2. Origine génétique

Les différentes espèces de la pomme de terre cultivées, toutes inscrite dans la série *Tuberosa* (avec d'autres espèces sauvages) sont originaires d'Amérique du sud. Le nombre de chromosomes de base est 12 et des espèces allant de diploïdes ($2N = 24$) jusqu'à des pentaploïdes ($2n=60$) sont trouvées. L'espèce cultivée actuellement hors d'Amérique du sud serait une sous – espèces, *Solanum Tuberosum* sp, par sélection au fil des siècles pour l'adaptation aux jours longs [14]

1.1.3. Description botanique

La pomme de terre fait partie de la famille des *Solanaceae*. L'espèce *Solanum tuberosum* est cultivée pour la consommation humaine [19]. Il s'agit d'une espèce herbacée, vivace par ses tubercules mais cultivée en culture annuelle le plus souvent [20]. C'est en fonction de ses caractéristiques florales que la pomme de terre a fait l'objet d'une classification selon le système suivant:

Famille: *Solanaceae*

Genre: *Solanum*

Section: *Petota*

Cette section est ensuite subdivisée en **Séries**, **Espèce** et **Sous-espèces**. Toutes les espèces de pomme de terre cultivées et sauvages font partie de la Section *Petota* [21].

Contrairement aux pays industrialisés où la pomme de terre est classée comme une grande culture, elle est considérée en Algérie comme une culture maraîchère.

I.1.4. Description morphologique

La plante possède des racines stolonifères tubéreuses et des tiges anguleuses ramifiées (Figure 1). Les feuilles sont alternes, et imparipennées. Il s'agit de feuilles composées dont les folioles sont disposées comme les barbes d'une plume, et se terminant par une foliole impaire. Les feuilles sont pétiolées, à segments poilus. Les fleurs sont réunies en une cyme scorpioïde à calice monocépale et à corolle blanc violacé. Le fruit est une baie globuleuse verdâtre, contenant des graines. La plante peut atteindre la hauteur de 1 mètre [22].

I.1.4.1. L'appareil aérien

Une touffe de pomme de terre comprend un nombre plus au moins élevé de tiges principales, d'abord dressées. Mais avec l'âge, ces tiges peuvent rester dressées ou devenir partiellement ou totalement rampantes, donnant à la plante un port plus au moins étalé [23] (Bourahla, 2015).

I.1.4.1.1. Feuilles

Les feuilles sont composées, divisées en 7 ou 15 folioles [14]. En plus de ces folioles primaires toujours présentes, il peut y avoir des folioles secondaires, plus petites, s'insérant au même niveau que les précédentes. Il existe également des folioles intercalaires se trouvant entre chaque paire de folioles primaires. Comme nous pouvons citer des foliolules, s'insérant sur la base des folioles

primaires (Figure 1) Selon l'importance de ces différentes pièces, nous distinguons des feuilles peu divisées, ou à l'inverse très divisées [24].

I.1.4.1.2. Fleurs

La pomme de terre possède des fleurs dont la couleur varie du blanc au violet selon les variétés, des fois les deux couleurs se trouvent sur la même fleur. Ces fleurs, comme toutes les plantes de la famille des Solanacées sont du type 5. Elles ont 5 pétales qui sont soudées formant une corolle quasi circulaire ou au contraire très échancrée suivant les variétés, t 5 sépales soudés, et 5 étamines (Figure I.1).

Les fleurs sont autogames et ne possèdent pas de nectar. Les organes femelles sont fécondés par les organes mâles de la même fleur. Ces dernières ne sont pas visitées par les insectes pollinisateurs, et la fécondation croisée est quasi inexistante. De plus, la stérilité mâle est fréquente [14].

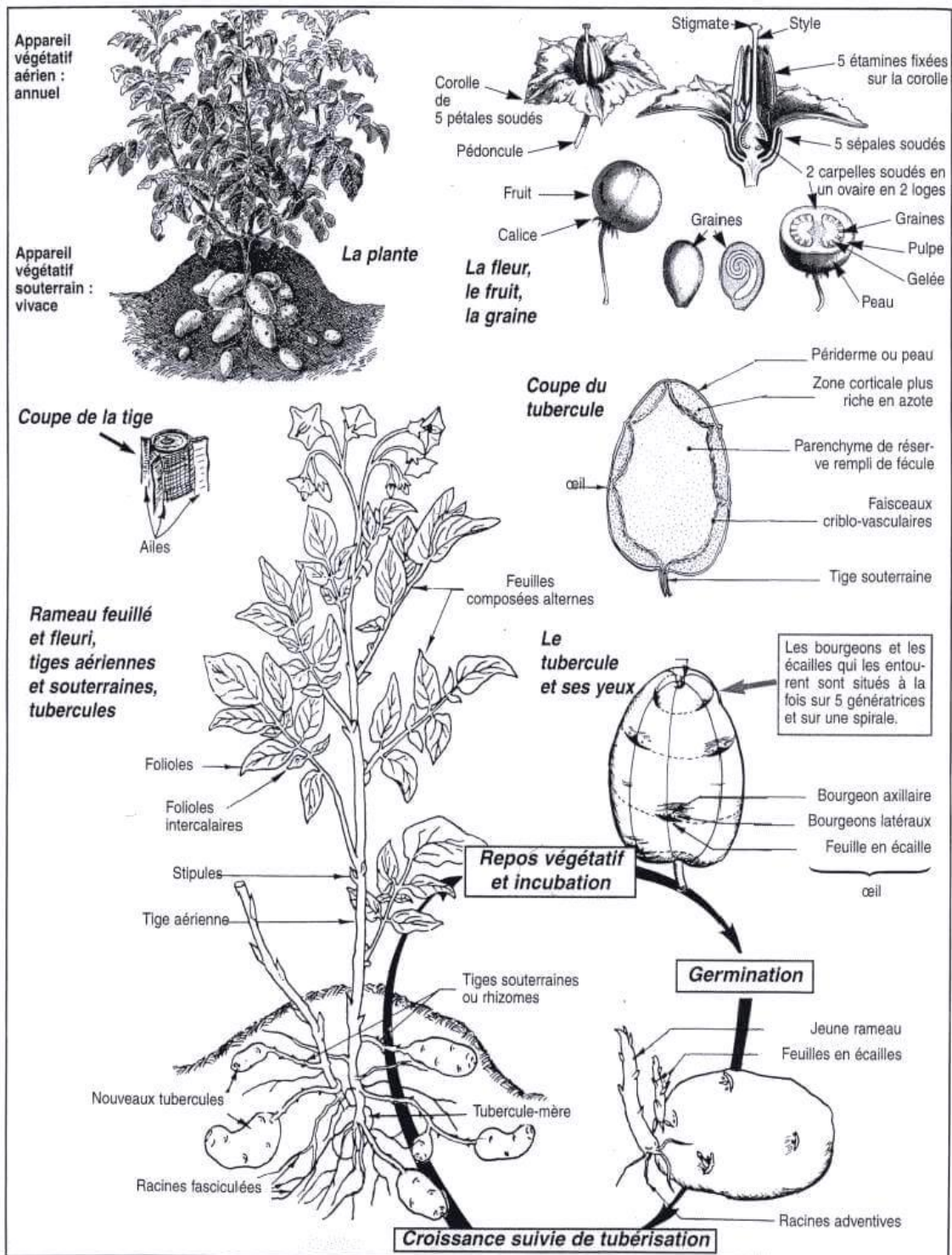


Figure I.1 : Caractéristiques morphologiques et cycle végétatif de la pomme de terre [25].

I.1.4.1.3. Fruits

Les fruits sont assez rares. Ce sont des baies sphériques de 1 à 3 cm de diamètre (Figure I.1), de couleur verte ou brun violacé. Ils sont très toxiques [14].

I.1.4.2. L'appareil souterrain

Le système souterrain (Figure I.1) représente la partie la plus intéressante puisqu'on y retrouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. Il comprend le tubercule mère desséché, des tiges souterraines ou stolons, en forme de crochet au sommet, avec des entre-nœuds longs et des feuilles réduites à des écailles, réparties en spirale le long du stolon comme les feuilles et les tiges aériennes. Les stolons peuvent se ramifier et les tubercules se forment dans leur région subapicale. Il est à signaler l'existence de nombreuses racines adventives, fasciculées, qui naissent au niveau des nœuds enterrés des tiges feuilles au niveau des nœuds des stolons et directement sur le tubercule au niveau des yeux [23].

I.1.4.2.1. Morphologie externe et interne du tubercule

D'après Huamàn (1986) [21], les tubercules sont du point de vue morphologique, des tiges modifiées. Ainsi, ils représentent l'organe principal de réserve de la plante de pomme de terre.

Un tubercule a deux extrémités. Le talon est rattaché au stolon, et à l'opposé se trouve à l'extrémité apicale ou couronne. Les yeux sont disposés en spirale à la surface du tubercule. Ils sont concentrés vers l'extrémité apicale et se situent aux aisselles des feuilles en forme d'écailles (Figure I.1). On a aussi les arcades. Ces dernières peuvent être surélevées, superficielles ou profondes, selon la variété. Ainsi, chaque œil contient plusieurs bourgeons.

Une coupe longitudinale du tubercule (Figure I.1) représente différents éléments. On peut mentionner de l'extérieur vers l'intérieur la peau, le cortex, le système vasculaire, le parenchyme de réserve, et la moelle. La peau ou

l'épiderme est une mince couche protectrice en périphérie du tubercule. Les lenticelles sont de pores de respiration répartis à la surface de la peau. Par temps humide, les lenticelles s'agrandissent et apparaissent comme des taches blanches. Le cortex se trouve immédiatement sous la peau. C'est une bande étroite de tissu de réserve. Il contient surtout des protéines et de l'amidon. Le système vasculaire relie le tubercule aux autres parties de la plante et aux yeux des tubercules. Le parenchyme de réserve se situe à l'intérieur de l'anneau vasculaire. C'est le tissu de réserve principale constituant la plus grande partie du tubercule. La moelle constitue la partie centrale du tubercule. Tous les éléments depuis le cortex jusqu'à la moelle constituent la chair du tubercule. [26].

I.1.4.2.2. Caractéristiques du tubercule

Quatre critères principaux permettent de caractériser le tubercule. Il s'agit de la forme, de l'enfoncement des yeux, de la couleur, et de la texture de la peau, et de la couleur de la chair [24].

Dans la plupart des variétés commerciales, les tubercules sont de forme ronde, ovale ou oblongue. A côté de ces formes, certains cultivars primitifs forment des tubercules de formes irrégulières variées [21].

La plupart des variétés ont des yeux superficiels pour des raisons évidentes de facilité la préparation à la germination. Peu d'entre elles ont encore des yeux demis enfoncés. Alors que les yeux demis enfoncés et enfoncés sont fréquents chez les féculières qui n'ont pas été sélectionnées pour ce caractère [23].

La couleur est le caractère le moins variable pour une variété donnée. La plupart des variétés sont d'une teinte jaunâtre uniforme. Certaines sont rose pâle ou foncé, voire franchement rouges. Les variétés à peau violacée ou noir-violet sont des variétés locales et anciennes [14]. Lorsque les tubercules sont exposés quelques jours à la lumière, ils deviennent normalement verdâtres. La peau est généralement lisse et dans certaines variétés rugueuse ou rêche. Elle peut facilement se peler par frottement lorsque le tubercule n'est pas à maturité. C'est

pourquoi il arrive fréquemment que la peau subisse des dégâts lorsque les tubercules sont récoltés trop tôt.

La couleur de la chaire est généralement blanche, crème ou jaune pâle. Cependant, certaines variétés primitives produisent aussi des tubercules à chair jaune foncé, rouge, pourpre ou à deux couleurs [23].

1.1.5. Multiplication et physiologie de la plante

La pomme de terre peut se reproduire de trois façons; par tubercules, par semis de graines, et par boutures [14]. Cependant, elle est très peu reproduite par germination dans la pratique agricole et la graine reste l'outil de création variétale [25].

Le cycle de développement de la pomme de terre comporte quatre phases à savoir la germination, la croissance, la tubérisation et enfin le repos végétatif appelé aussi phase de dormance, variable selon les variétés [28] (Reguieg, 2008). La germination correspond à une phase d'évolution physiologique interne. Après cette phase, les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons [25].

Un tubercule germé est planté en terre, ses germes se transforment en tiges feuillées, dont les bourgeons axillaires donnent au-dessus du sol des rameaux et au-dessous, de stolons. Il s'agit de la phase de croissance [28]. Entre le cinquantième et le soixantième jour, les bulbes se forment sous terre tandis qu'apparaissent les premiers boutons de fleurs.

Les tubercules se développent, les fleurs s'épanouissent et les fruits apparaissent. A ce niveau, on parle de la phase de tubérisation, qui est suivie par la phase de grossissement [29].

Selon Bourahla (2015) [23], à la récolte, les tubercules sont en général dormants. La longueur de la dormance est une constante variétale. Elle peut être très courte, courte, moyennement courte, moyenne, moyennement longue, longue ou très longue.

I.1.6. Culture de la pomme de terre

Le cycle de croissance et de développement de la pomme de terre dure de trois à quatre mois. Il se divise en plusieurs stades conditionnés par les facteurs génétiques et environnementaux [29].

I.1.6.1. Exigences

I.1.6.1.1. Température

La plante réagit fortement à la température. Le zéro de végétation se situe entre 6 et 7°C, ce qui rend la pomme de terre très sensible au gel [28].

La formation des tubercules est optimale lorsque la température est inférieure à 18°C et lorsque les jours ne dépassent pas 12 heures. Le développement des feuilles est lui favorisé par des températures supérieures à 25°C et des jours de 14 à 16 heures. Le système racinaire superficiel de la pomme de terre la rend très sensible aux températures élevées [29].

I.1.6.1.2. Sol

Le sol doit être raisonnablement léger, meuble et sans couches compactes, lesquelles ne peuvent être pénétrées par le système racinaire en croissance. Durant la plantation, les soins culturaux et la récolte, les mottes de terre et les pierres provoquent des dommages mécaniques aux tubercules. Le plant doit avoir aussi un bon contact avec un sol raisonnablement humide. Un excès d'eau réduit l'aération et par conséquent la croissance des racines, des stolons et des tubercules [30].

Les pommes de terre préfèrent la terre acide. De ce fait, il faut éviter le chaulage avant la mise en terre des plants. La pomme de terre n'apprécie pas non plus l'excès d'engrais azoté, il n'est donc pas conseillé de les ensemercer dans un sol fraîchement fumé [29].

La température du sol influence la vitesse de croissance des germes et par conséquent la vitesse de la levée. Des sols froids (au-dessous de 15°C) retardent la levée. Un excès de chaleur du sol soit une température nocturne supérieure à 20°C peut affecter la formation des tubercules. Comme pour l'humidité du sol, une adaptation convenable de la profondeur de plantation permet à la culture de s'adapter aux conditions de températures existantes [30].

I.1.6.1.3. Fertilisation

Vu la durée du cycle très court et la rapidité de croissance de la plante, la fertilisation demeure l'un des facteurs les plus importants pour une bonne récolte. On distingue la fumure organique, la fumure de fond et la fumure d'entretien [28]. La meilleure fertilisation est la fertilisation organique. L'apport d'azote, favorise la formation du feuillage au détriment des tubercules, ainsi que l'apparition de maladies. La pomme de terre aime la potasse, mais avec modération. La cendre de bois est une source de potasse gratuite et facile à trouver [14].

I.1.6.1.4. Eau

Les pommes de terre sont des végétaux plus sensibles au stress hydrique du sol que d'autres cultures comme les céréales et les fourrages [23].

Le système racinaire de la pomme de terre étant peu profond, les rendements réagissent bien à une irrigation fréquente. Il convient de maintenir un niveau d'humidité du sol relativement élevé. En général, si le déficit en eau survient du milieu à la fin de la période de croissance, les pertes de rendements sont plus importantes que lorsqu'il se produit au début [28].

I.1.6.2. Itinéraire technique de production

I.1.6.2.1. Choix variétal et préparation de plants

Il s'agit de choisir une variété adaptée au débouché commercial, aux conditions pédoclimatiques de la parcelle et à la pression parasitaire. Les plants

devront être de bonne qualité du point de vue physiologique et sanitaire et bien préparé pour obtenir une levée rapide et régulière [9].

Les plants doivent être mis en pré-germination avant la plantation. L'utilisation de plants non germés induit un retard de culture, une durée plus longue sur terrain et par la suite un rendement faible [28].

I.1.6.2.2. Préparation du lit de semences

La préparation du lit de semences commence par la sélection d'un champ approprié. Les terrains pierreux et mal drainés avec des sols lourds et argileux sont à éviter. Des machines et des outils lourds rendent le sol compact et entraînent souvent la formation de couches imperméables [29].

Le sol doit être bien émietté, sans mottes ni cailloux pour favoriser un développement régulier des tubercules et ceci afin d'éviter les endommagements à la récolte [9].

I.1.6.2.3. Plantation

Les tubercules sont plantés à une profondeur égale au double de la taille du plant, soit le plus souvent 10 cm de profondeur. Il faut espacer les plants de 40 cm. La distance entre les rangs doit être de 70 cm. Il faut mettre en moyenne entre 30 et 40 plants pour une surface de 10 m² [14].

I.1.6.2.4. Binage et Buttage

Quelques binages seront nécessaires pour éliminer les mauvaises herbes qui se développent entre les sillons [28].

Trois semaines après la levée et surtout avant que le vent ne casse les jeunes tiges, il y a lieu de les butter. Aussi, une opération consiste à élever une butte de terre sur toute la longueur du rang, au moyen d'une binette. La butte

mesure 20 cm de haut, et 40 cm de large à la base. Les tubercules se forment dans cette levée de terre [29]. Le buttage a pour but de favoriser l'apparition des tiges sous terraines à la base des tiges aériennes, de protéger les tubercules superficiels de la lumière du jour qui les verdit, et de maintenir les tiges dressées [14].

I.1.6.2.5. Désherbage et irrigation

Etant donné les travaux effectués sur la pomme de terre, binage et buttage, les mauvaises herbes poussent très peu parmi elles et leur venue sera tardive [14]

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules et un stress hydrique se manifestant à ce stade peut entraîner une réduction du nombre de stolons formés par tige [24]. Une irrigation bien maîtrisée permet de régulariser la production en quantité et en qualité. Elle rend les rendements moins dépendants des conditions climatiques [7].

I.1.6.2.6. Défanage et récolte

Le défanage consiste à couper les tiges feuillées à la base avant la récolte [14]. Il permet de produire des tubercules de calibre et de teneur en matière sèche adaptés aux débouchés, de favoriser la formation de l'épiderme, et de réduire la sensibilité des tubercules aux endommagements mécaniques [7]. Suivant les variétés, la récolte s'effectue de 60 à 80 jours après la plantation pour les variétés les plus précoces, et de 90 à 150 jours pour les autres. On considère comme un très bon rendement 1 kg de pomme de terre par pied [17]. Le matériel destiné à la récolte doit présenter deux qualités essentielles. La première est d'arracher les tubercules sans les endommager, et d'éliminer le plus possible de terre, mottes, cailloux et fanes [7].

I.1.6.3. Types de culture de pomme de terre et stockage en Algérie

Reguieg (2008) [28] distingue trois types de culture de pomme de terre en Algérie selon les régions. La culture de primeur rencontrée surtout au niveau du littoral à température douce et en absence de gel. La plantation a lieu en Novembre. La culture de saison se rencontre dans toutes les régions. Sa mise en place se fait en Janvier au littoral, Février-Mars dans les plaines intérieures et en Mars pour les hauts plateaux. Le dernier type de culture est l'arrière-saison qui se rencontre dans des zones à grandes possibilité d'irrigation où tout le cycle se déroule en absence de pluie. Sa mise en place se fait en Aout-Septembre pour le littoral, et en Juillet pour les hauts plateaux.

Les pommes de terre récoltées à pleine maturation peuvent se conserver de dix à douze mois. Les tubercules subissent des phénomènes de respiration et de transpiration. Ils sont sujets au fil du temps à des pertes de poids, au flétrissement, et au développement des germes. Ils peuvent aussi être exposés à des risques de fermentation et à des attaques bactériennes ou fongiques. Les conditions de stockage à respecter sont l'obscurité, la ventilation et l'hygrométrie contrôlées et une température maintenue entre 4 à 6°C. Des traitements anti germinations sont autorisés en phase de stockage à l'aide de substances telles que le prophame ou le chlorprophame.

En Algérie, La culture de saison est la plus vulnérable. L'origine des pertes enregistrées pendant l'entreposage est diverse soit germination, pourriture, ou pertes par dessiccation. Mais les dégâts occasionnés par la teigne sont dans certains cas les plus importants et masquent ceux qui auraient pu être imputés à la germination. D'après le ministère de l'agriculture, un excédent de 1500 000 quintaux devrait être stocké pendant la saison chaude et même très chaude d'aout à décembre, période qui coïncide avec un faible niveau de consommation de la pomme de terre [31].

I.2. Importance de la culture de la pomme de terre

I.2.1. Importance de la culture de la pomme de terre dans le monde

La production de la culture de pomme de terre occupe le quatrième rang mondial après le riz, le blé et le maïs dans le classement des nourritures cultivées. Plus des deux tiers de cette production est réservé à un usage alimentaire en frais ou sous forme de productions transformées ou pour autres usages tels que l'alimentation du bétail, l'industrie pharmaceutique, et autres [2].

Le secteur de la pomme de terre a connu une nette évolution. Ainsi jusqu'au début des années 1990, la majorité de la production était cultivée et consommée essentiellement en Europe, en Amérique du Nord et dans les pays de l'ex-Union Soviétique. Depuis, la production et la demande ont enregistré une forte croissance en Asie, en Afrique et en Amérique Latine, où la production est passée de moins de 30 millions de tonnes au début des années 1960 à plus de 364 millions de tonnes cultivées sur une superficie de plus de 20 millions d'hectares dans plus de 150 pays avec un rendement de 194 tonnes/ha en 2015 [32].

Par ordre d'importance, la production est de l'ordre de 42% en Asie et 40% en Europe. Ce sont les deux principaux continents producteurs de la pomme de terre. Ainsi, ils ont fourni plus de 80% de la production mondiale en 2007 [2]. L'Amérique du Nord représente 8%. Alors qu'en Afrique, et en Amérique latine elle est de l'ordre de 5% [32] (Figure I.2).

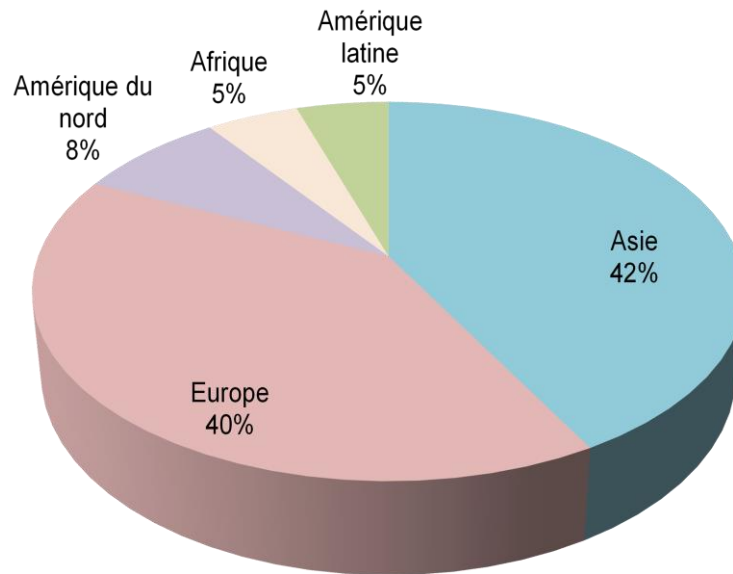


Figure I.2 : Importance de la production par continents.

Concernant la consommation, L'Europe est le premier continent consommateur de pomme de terre dans le monde avec 96,15 kg par habitant et par an, suivie par l'Amérique du nord (57,94 kg), puis l'Asie (25,83 kg), l'Amérique latine (23,65 kg) et en dernier l'Afrique (14,18 kg) [32] (Figure I.3).

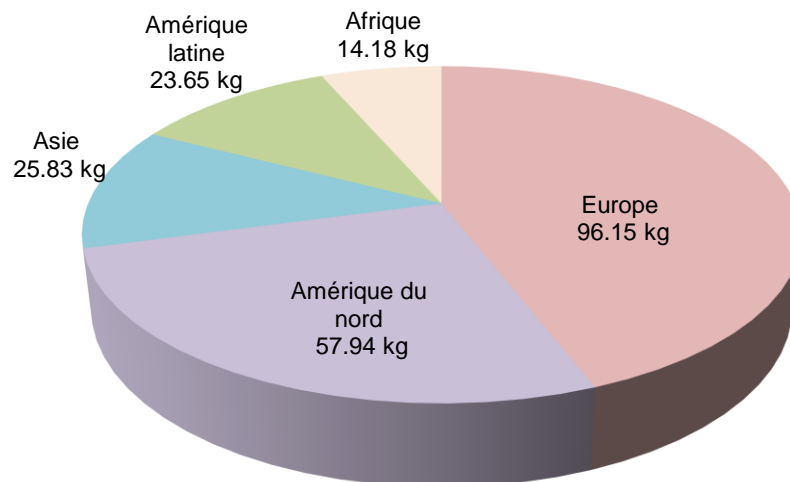


Figure I.3 : Taux de consommation mondiale annuelle par habitant.

Au niveau des pays asiatiques, la chine reste le premier pays producteur depuis le début des années 1990 jusqu'à 2015 avec 96 millions de tonnes. Les pays en voie de développement tel que l'Inde soit 46 millions de tonnes, l'Ukraine

avec 23 millions de tonnes, et le Bangladesh; 9 millions de tonnes connaissent une évolution de la production. En revanche, la production des pays développés comme la France soit 8 millions de tonnes, et les pays bas avec 7 millions de tonnes tend à régresser au fil des dernières années (Figure I.4).

Au niveau africain, la production totale de pomme de terre estimée en 2015 par la F.A.O. s'élève à 20 millions de tonnes pour un taux moyen de consommation annuelle par habitant de 15 kg [32]. Les principaux pays producteurs de pomme de terre en Afrique sont l'Égypte avec 4,8 millions de tonnes en première position, suivi par l'Algérie soit 4,6 millions de tonnes [32] (Figure I.4).

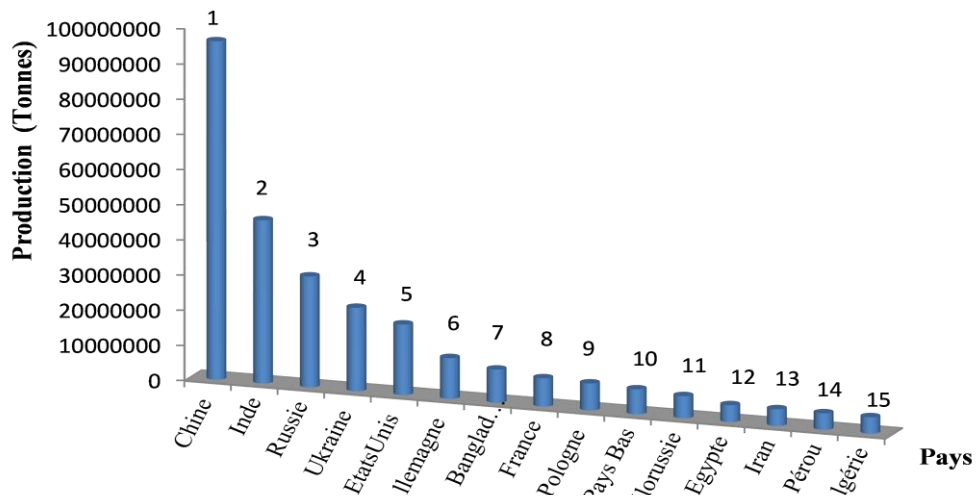


Figure I.4 : Principaux pays producteurs de pomme de terre.

1.2.2. Importance de la culture de la pomme de terre en Algérie

L'Algérie occupe la quinzième place dans le monde, et la deuxième place après l'Égypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique et dans le monde Arabe pour l'année 2015 [32] (Figure I.5).

Depuis le lancement du programme national de développement agricole (P.N.D.A.) en 2000, suivi par le programme de renouveau agricole et rural (P.R.A.R.) lancé en 2009, tracés par le ministère de l'agriculture et du développement rural, la culture de la pomme de terre a connu un développement

considérable à travers l'accroissement des superficies cultivées accompagnée par une importante augmentation des quantités produites et notamment des rendements [33].

1.2.2.1. Pomme de terre de consommation

Selon Amrar (2013) [34], la production algérienne de la pomme de terre en 2012/2013 toute catégorie cultures confondues se situe autour de 4,5 millions de tonnes dont 0,45 millions de tonnes de semences pour une superficie de l'ordre de 125.000 hectares. Le rendement moyen en Algérie toute tranche de culture confondue se situe autour de 28 tonnes par hectares, avec des records pouvant atteindre 60 tonnes par hectare (Figure I.6)

Les wilayas les plus productrices sont : la wilaya d'El Oued avec 11,7 millions de quintaux (24%), la wilaya d'Ain Defla avec 7,3 millions de quintaux (15%) et la wilaya de Mostaganem avec 3,7 millions de quintaux (8%).

Contrairement aux pays septentrionaux où la pomme de terre est cultivée durant une seule saison, en Algérie elle est cultivée selon trois types de culture qui sont : la saison, l'arrière saison et la primeur, ce qui offre des avérés pour une bonne régulation de la production de la pomme de terre sous toutes ses formes, (programmation en amont, stockage sous froid, transformation et exportation.) De 2010 à 2013 la production a augmenté de 29 %, alors les superficies n'ont augmenté que de 19,41% ce qui montre ces gains de production découlent plus de l'amélioration des rendements

Nous constatons entre la période qui s'étale de 2000 à 2008, une augmentation progressive en production de 80%. En effet, elle passe de 1.207.690 tonnes à 2.171.058 tonnes avec un rendement de 23,63 tonnes/ha en 2008. Quant aux superficies, une augmentation de 26% a été enregistrée.

Entre 2008 et 2010 la production a augmenté de 52%, alors que les superficies, l'augmentation n'a atteint que 38%, ce qui montre que ces gains de

production découlent plus de l'amélioration des rendements 26 tonnes/ha en 2010.

A partir de 2010, et suite à la concrétisation du programme du renouveau agricole et rural (P.R.A.R.), l'augmentation est considérable en superficies 70% tandis que les productions, 42% seulement ont été enregistrées. Cette production a dépassé le seuil de trois millions de tonnes durant l'année 2010, pour atteindre plus de 4,6 millions de tonnes cultivées sur plus de 165.000 ha en 2014 (M.A.D.R.P., 2014a)(Figure I.5).

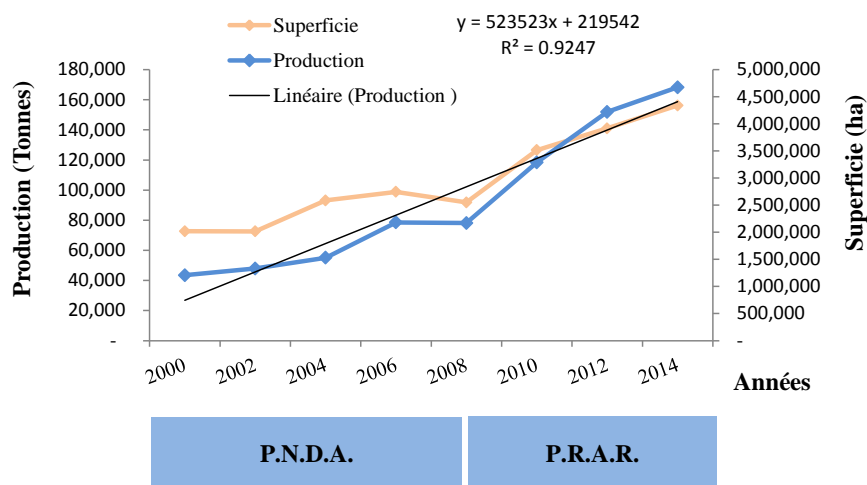


Figure I.5 : Evolution de la production de pommes de terre de consommation (de 2000 à 2014).

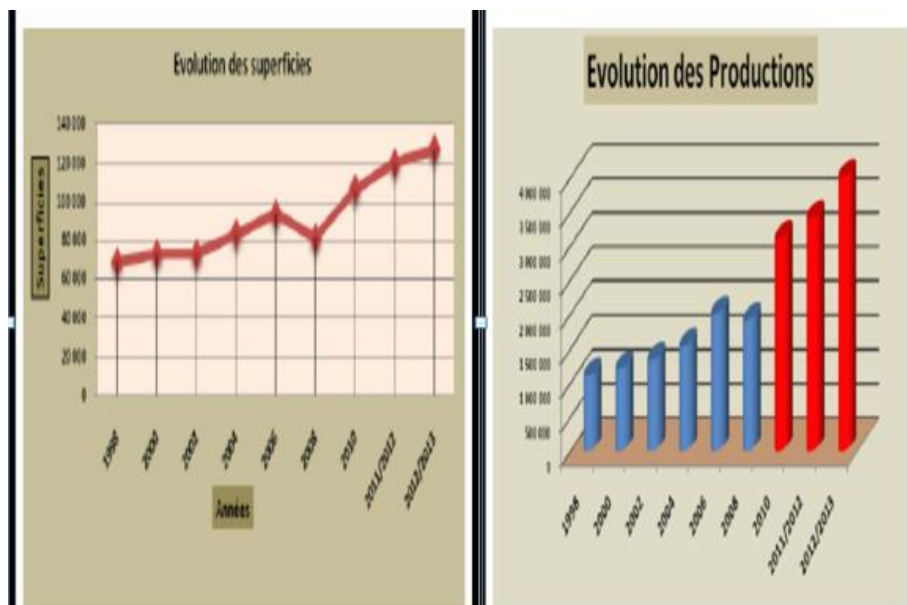


Figure I.6 : Évolution des productions de la pomme de terre en Algérie de 1998 à 2013 [34].

Avec 6,66 millions de tonnes produites en Maghreb lors de la campagne 2012/2013, l'Algérie est le premier producteur magrébin en volume de pomme de terre avec une production de 4,4 millions de tonnes, suivie par le Maroc avec une production de 1,9 millions de tonnes et la Tunisie en dernière position avec une production de 0,34 millions de tonnes (Figure I.7)

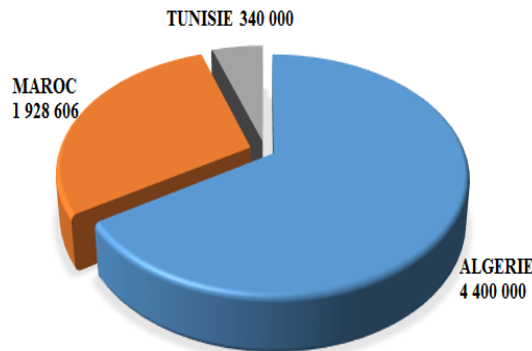


Figure I.7 : Production de pomme de terre dans le Maghreb (FAO, 2014).

1.2.2.2. Semence de pommes de terre

Les programmes de production de semences de pomme de terre n'ont pas cessé d'augmenter depuis le lancement des programmes P.N.D.A. et P.R.A.R. Cette production est destinée essentiellement pour couvrir la production de la tranche d'arrière-saison et une partie de la tranche primeur. Alors que la production de saison, elle dépend de l'approvisionnement en semences importées [35].

En effet, la production de semences de pomme de terre avant l'année 2000 était modique et altérable. Elle est passée de 77.660 tonnes en 2000 à 106.697 tonnes en 2004. Puis, elle a connu une baisse de 20 % pour chuter à 84.892 tonnes en 2006. Entre 2006 et 2008, l'évolution est très significative avec un accroissement de 136 %. Entre 2008 et 2014, le taux d'accroissement est de 59% pour atteindre plus de 318.639 tonnes en 2014 [36] (Figure I.8).

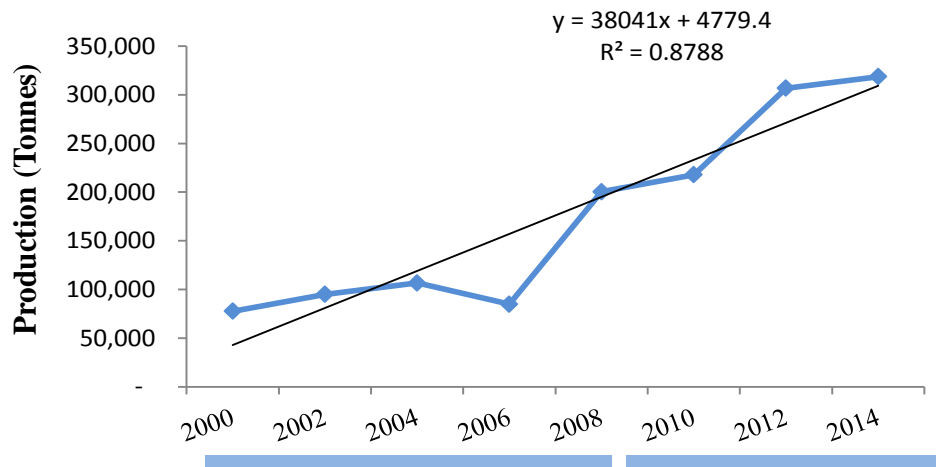


Figure I.8 : Evolution de la production de semences de pommes de terre (2000-2014).

I.2.3. Organisation de la filière pomme de terre en Algérie.

La filière pomme de terre dans tous ses volets semences et consommation occupe aujourd'hui une place stratégique dans la politique du renouveau agricole et rural tracée par le ministère de l'agriculture et de développement rural. A l'inverse de la production de pomme de terre de consommation qui a connu une augmentation remarquable ces dernières années, la production de semences connaît depuis longtemps, une stagnation avec une production médiocre malgré une nette augmentation des rendements.

Le programme de développement réel de la production de semences de la pomme de terre a débuté durant la campagne 1997-1998, avec une superficie de 640 ha. Cette production a connu une extension rapide depuis 2000, mais elle n'arrive toujours pas à satisfaire les besoins nationaux en semence qui sont de l'ordre de 300.000 tonnes par an, soit 65% des besoins en semences importées avec une facture d'importation de 40 et 70 millions de dollars [37].

Ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises pour nos conditions édapho-climatiques et dans certains cas elles sont à des âges physiologiques très avancés ce qui influera sur leur rendement. Pour prendre ce problème en charge, une enveloppe budgétaire importante, lui est consacrée notamment pour la production des semences [38].

Dans ce sens, le ministère de l'agriculture a chargé le groupe des semences, plants et générateurs (G.S.P.G.) à développer le programme de production des semences de pomme de terre travers des fermes pilotes sélectionnées, et la collaboration de trois laboratoires de production ; celui de l'institut des techniques des cultures maraîchères et industrielles (I.T.C.M.I.), un privée à Sétif (S.A.G.R.O.D.E.V.), et le laboratoire d'amélioration et de production des semences de pomme de terre (L.A.P.S.P.T.) de Tiaret. qui relève de l'institut national de la recherche agronomique d'Algérie (I.N.R.A.A.). Ces laboratoires utilisent les nouvelles techniques de production de plants par la culture *in vitro* et la culture *hors-sol*, qui est l'une des technologies modernes utilisées aujourd'hui pour de nombreuses cultures, dont la production de mini tubercules de qualité sanitaire supérieure. Le rôle de ces laboratoires est de permettre l'approvisionnement du marché national en semences de qualité et à des prix compétitifs et à plein temps [38].

Pour accompagner et concrétiser le programme de production de ces fermes pilotes, un comité de suivi a été installé regroupant les instituts techniques relevant du ministère de l'agriculture à savoir l'institut national de la protection des végétaux (I.N.P.V.), le centre national de contrôle et de certification des semences et plants (C.N.C.C.) et la direction des services Agricoles (DSA) pour le contrôle et la certification des semences et l'institut des techniques des cultures maraîchères et industrielles (I.T.C.M.I.) pour les essais de screening des nouvelles variétés. [39].

I.2.3.1. Principales variétés cultivées

Toute variété de pomme de terre cultivée en Algérie doit être obligatoirement inscrite au catalogue officiel des espèces et variétés autorisées à la production et à la commercialisation. Cette inscription est précédée par deux années consécutives d'expérimentations au cours desquels sont évalués les caractères d'utilisation de la variété dont le comportement vis-à-vis des maladies et parasites, le rendement, et les analyses technologiques et culinaires à travers les essais d'homologation des variétés en l'occurrence les essais de distinction, d'homogénéité et de stabilité (D.H.S) et de valeur agronomiques et technologique (V.A.T.). Ces essais sont réalisés par les services habilités du centre national de contrôle et de certification des semences et plants (C.N.C.C.) [38].

Sur cent quatre-vingt une (181) variétés autorisées à la production et à la commercialisation, seules vingt-huit (28) variétés sont multipliées dont quinze (15) à peau blanche et treize (13) à peau rouge. Mais les plus fréquemment cultivées sont « Spunta », « Desirée », « Kondor », et « Bartina ». Pour la pomme de terre de consommation les principales variétés cultivées en Algérie sont représentées dans le tableau I.1.

Tableau I.1 : Principales variétés de pomme de terre cultivées en Algérie.

Variétés à peau rouges	Variétés à peau blanches
Amorosa, Bartina, Cardinal, Cleopatra, Cornado, Désirée, Kondor, Resolie, Thalassa.	Ajax, Appolo, Atlas, Diamant, Fabula, Liseta, Lola, Maradona, Safrane, Sahel, Spunta, Timate, Yesmina.

Pour la semence de pomme de terre, la répartition des variétés de semence par superficies montre que la variété Spunta représente plus de 55% du programme global de plantation de semence de pomme de terre, suivie par ordre décroissant des variétés « Kondor », « Timate », « Désirée », « Atlas », « Bartina », « liseta », « Sarpomira », « Fabula »,...etc. (Figure I.9).

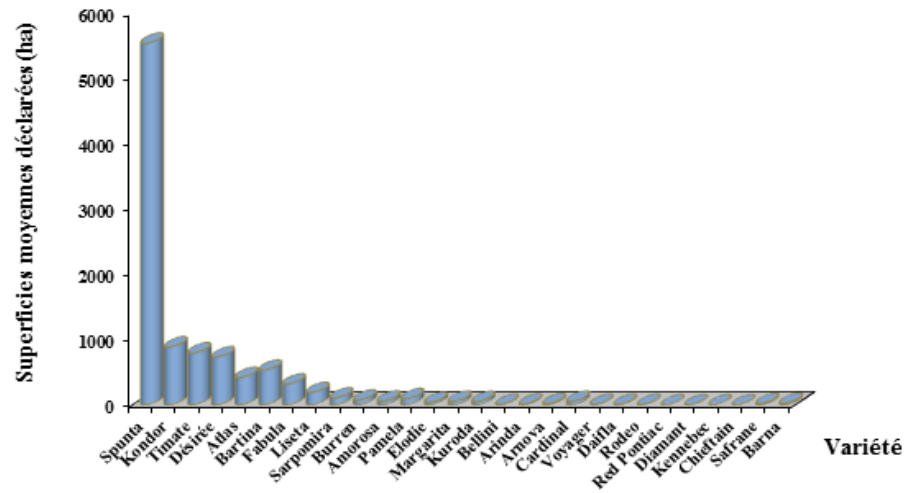


Figure I.9 : Répartition des variétés de semences de pomme de terre par superficies.

I.2.3.2. Principales wilayas productrices

La pomme de terre apparait comme une espèce qui s'adapte à différents milieux agro-climatiques. Elle est présente dans quatre zones du pays; littoral, sublittoral, atlas tellien et hautes plaines. Ces zones de prédilection se situent dans les régions où les potentialités terre-eau sont les plus disponibles.

Pour la pomme de terre de consommation, cinq principales wilayas sont dénombrées comme les plus productrices de la pomme de terre de consommation qui sont au nombre de vingt (20). La wilaya d'Ain Defla occupe la première place avec une production de 3.200.000 qx sur une superficie de 15.230 ha et un rendement de 210 qx/ha. Elle est suivie par la wilaya de Mascara (208.700 qx) et Tlemcen (197.900 qx). La wilaya d'El-Oued, classée quatrième du point de vue production (181.800 qx), se retrouve néanmoins seconde en matière de rendements (246 qx/ha) après la wilaya de Tlemcen (263qtx/ha). Il est à signaler également que les deux wilayas l'El-Oued et Ain Defla couvrent plus de 49,67% des superficies cultivées [8] (Figure I.10).

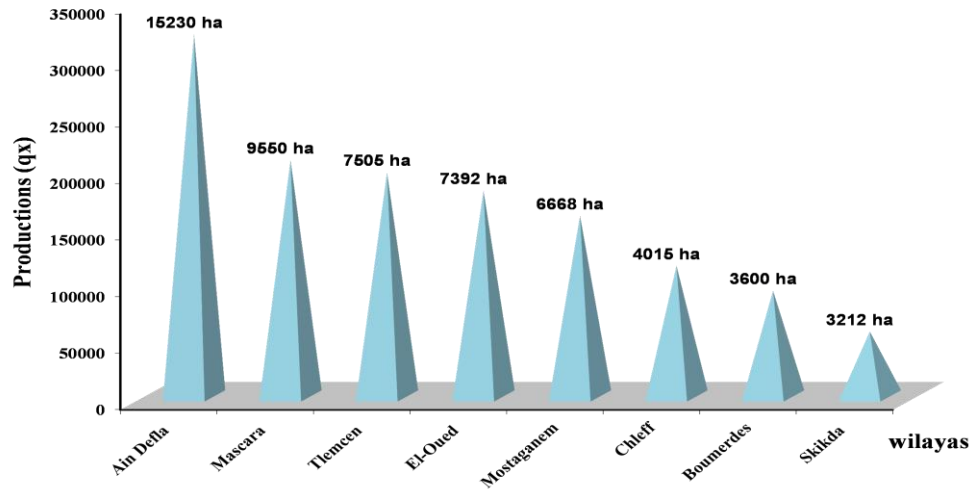


Figure I.10 : Les principales wilayas productrices de pomme de terre de consommation en Algérie

La production de ces wilayas est répartie en trois tranches de culture. La pomme de terre primeur est répartie à Boumerdès, Tipaza, Skikda, Alger, Mostaganem, et Tlemcen. En ce qui concerne, la pomme de terre de saison, on peut la cultiver à Ain-defla, Mascara, Mila, Souk Ahras, Boumerdes, Mostaganem, Sétif, Tizi-Ouzou, Tiaret, M'sila, Tlemcen, Batna, Chlef, Bouira, et El-oued. La pomme de terre arrière-saison est cultivable à Ain Defla, Mascara, Guelma, Chleff, El oued, Tlemcen, Mostaganem, et Djelfa.

Pour la semence de pomme de terre, près de 76% sont concentrés au niveau de six (06) wilayas dont la wilaya d'Ain Defla qui occupe la première place avec une production de plus de 50% de la production globale, suivie par ordre décroissant par les wilayas suivantes; Rélizane, Bouira, Chleff, Tipaza, Skikda (Figure I.11).

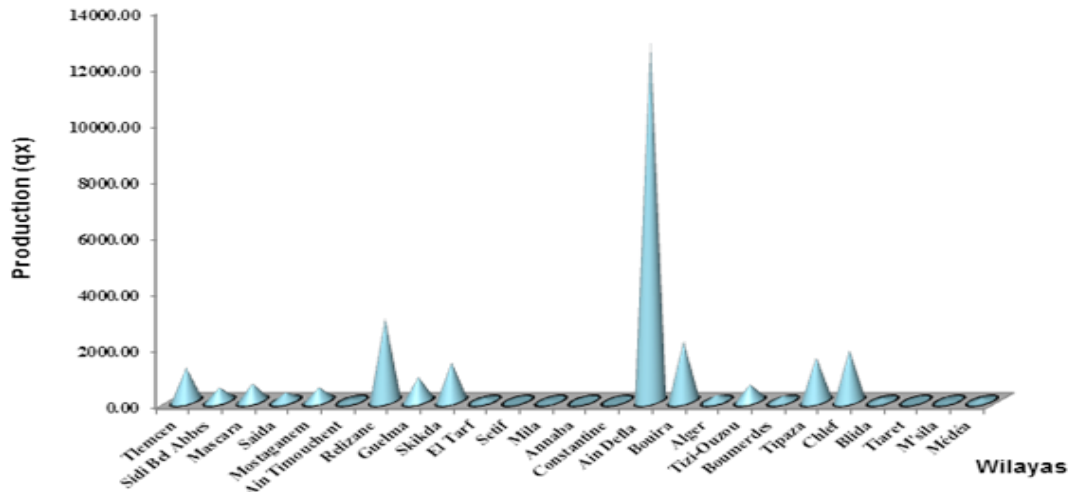


Figure I.11 : Principales wilayas productrices de semences de pomme de terre en Algérie.

1.2.3.3. Calendriers de culture

En Algérie, la pomme de terre est cultivée tout au long de l'année où le cycle végétatif dur près de quatre (4) mois (de 90 à 120 jours). Ceci permet de disposer d'un calendrier de culture assez long de douze (12) mois (Figure I.12).

L'échelonnement des plantations se fait comme suit; pour la primeur du 15 octobre au 15 décembre, pour la saison du 15 janvier au 15 février, enfin pour l'arrière-saison du 15 juillet au 15 septembre. Les dates limites des plantations selon les zones agro-climatiques sont ; de la mi-février pour les zones littorales et sublittoral, de la mi-mars au niveau des plaines intérieures. Alors qu'elles commencent au niveau des hauts plateaux à partir de la mi-mai.

L'échelonnement des récoltes pour la primeur, elle se fait du 15 mars au 15 avril, pour la saison, elle s'étale du 15 mai au 15 juillet, en fin pour l'arrière-saison, elle se fait du 15 décembre au 15 janvier. Les dates limites des récoltes selon les zones agro-climatiques sont de ; Elles sont à partir de la mi-juin pour les zones littorales et sublittorales, et de la mi-juillet au niveau des plaines intérieures. Alors qu'elles commencent au niveau des hauts plateaux à partir de mi- septembre [40].

Tranches de culture	Mois	Se pt.	Oc t.	Nov .	Déc .	Ja n.	Fé v.	Mar s	Avri l	Mai	Jui. Jui.	Ju il.	Ao ut
	Prime ur												
Saiso n													
Arriè re- saiso n													

Source : Calendrier des opérations culturales, I.N.V.A., 2012

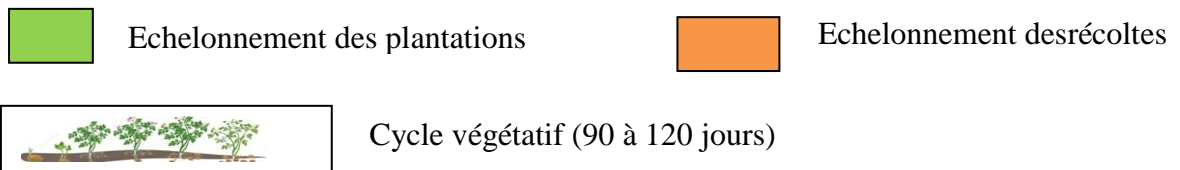


Figure I.12 : Calendriers de culture de pomme de terre en Algérie.

I.3. Maladies, ravageurs, carences et adventices

I.3.1. Maladies

La pomme de terre peut contracter un ensemble de maladies fongiques ou bactériennes qui affectent toutes les parties ou une seule partie de la plante pendant la phase de végétation ou pendant la phase de conservation des tubercules [41] (Figure I.13).

Les maladies présentent les aspects les plus divers, allant de la nécrose isolée sur feuille au flétrissement généralisé du système végétatif, de l'altération superficielle à la pourriture destructrice des tubercules. Elles sont provoquées par des agents fongiques et bactériens très différents, à dissémination aérienne ou tellurique [42].

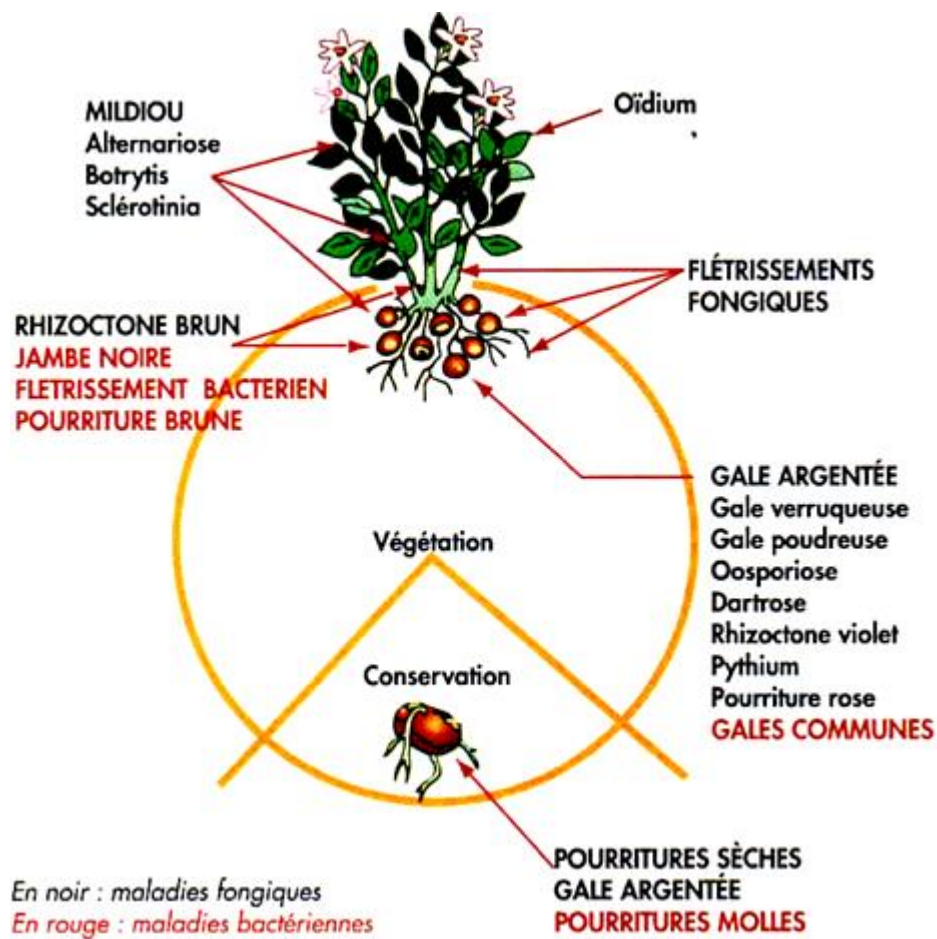


Figure I.13 : Localisation sur la plante des principales maladies fongiques et bactériennes de la pomme de terre [42].

Les maladies virales provoquent la dégénérescence de la pomme de terre causant une perte de rendement progressive. Les symptômes sont variables et multiples et peuvent être confondus avec d'autres manifestations telles que les autres parasites, les déficiences nutritionnelles, et l'effet des traitements phytosanitaires. L'identification se fait sur la base des symptômes. Mais en cas de doute, il y'a la possibilité de les confirmer par les tests au laboratoire [41].

I.3.1.1. Maladies fongiques

I.3.1.1.1. Mildiou (*Phytophthora infestans*)

Le Mildiou de la pomme de terre est appelé notamment brûlure tardive [43]. Le mildiou se trouve dans toutes les régions où la pomme de terre est cultivée et demeure la maladie la plus dangereuse. Elle est favorisée par un temps humide et chaud. Ainsi, elle peut provoquer des pertes de récolte de 20 à 40 %. Dans les cas extrêmes, la totalité de la récolte peut être anéantie [44].

Les symptômes du mildiou peuvent être observés sur l'ensemble des organes de la pomme de terre [45]. Les lésions sur les feuilles (Figure I.14) commencent par de larges taches brunes huileuses auréolées de vert pâle à la face supérieure des feuilles et au duvet blanc sur leur face inférieure. Ces taches se dessèchent ensuite au centre [46].

Selon Riekman (1991) [44], des brunissements peuvent être observés à la base des tiges ou des portions de tiges et de pétioles (Figure I.14). Les tubercules atteints présentent des taches au contour mal défini (marbrures), de couleur brune ou gris-violacé, qui peuvent être déprimées et ayant la couleur du plomb. A la coupe de tels tubercules (Figure I.13), on observe des zones de chair marbrée de couleur rouille juste sous l'épiderme qui peuvent s'étendre vers le centre du tubercule [47].

Les méthodes de lutte contre le mildiou sont basées sur le principe suivant. Il ne faut jamais laisser le mildiou pénétrer dans les parcelles. Donc, il faut traiter préventivement avant la contamination [47].

Cependant, on peut prendre un certain nombre de mesures comme choisir des cultivars résistants ou moins sensibles au mildiou, et éviter de cultiver la pomme de terre dans des champs situés à l'abri du vent [43]. Il faut faire un bon

buttage, procéder à la destruction de tas de déchets et repousses dans les cultures voisines, et assurer une bonne protection fongicide jusqu'au défanage. [48],

Aussi, Il faut veiller à ce qu'aucun tubercule contaminé par le mildiou ne soit encavé et que la récolte des pommes de terre ne devrait commencer qu'après le défanage, lorsque environ 95% des tubercules sont cicatrisés et que leur peau est formée. A ce moment-là, on peut admettre qu'une contamination des tubercules par contact avec des fanes ou de la terre infectées n'est plus à craindre [44].

Pour la lutte chimique, seule la présence dans l'environnement d'une source d'infection primaire conduira à déclencher les traitements précocement. Il convient d'intervenir en fonction du risque épidémique avant chaque contamination, de l'état sanitaire de l'environnement et de certaines pratiques culturales comme l'irrigation. En cas de mildiou déclaré aucune solution de rattrapage ne permet de faire disparaître les tâches de mildiou. Mais il s'agit alors de protéger efficacement le feuillage encore sain [49].

I.3.1.1.2. Alternariose (*Alternaria solani*, *Alternaria alternata*)

L'alternariose a été moins étudiée que le mildiou. Mais depuis quelques années, cette maladie a pris de l'ampleur pour la pomme de terre dans beaucoup de zones à climat chaud. Les attaques au feuillage entraînent des réductions de rendement qui vont jusqu'au 50% et plus. Les pertes pendant le stockage peuvent être importantes et peut atteindre 80% des tubercules [50].

Cette maladie est provoquée par les champignons *Alternaria solani* et *Alternaria alternata*. Elle est très liée à la sénescence des plantes, ce qui explique qu'elle s'attaque d'abord aux feuilles de la base [52] [51].

La maladie provoque surtout des dégâts en climat continental; chaud et sec. Mais, elle est accentuée en culture irriguée. La dispersion des spores est assurée par le vent et les éclaboussures de pluie. Ainsi, le champignon peut se

conserver dans le sol, sur des résidus de cultures, ou des tubercules infectés [51], [52].

Selon Jean (2002) [43], on note l'apparition sur les feuilles de taches circulaires ou angulaires brunes souvent avec des anneaux concentriques. Parfois, on a la présence d'un halo jaune. Les tubercules présentent des taches brunes foncées à noires, circulaires à elliptiques et déprimées (figure I.16). Ces taches pénètrent dans la chair sur une profondeur de 1 à 2 mm (Figure I.16).

Prévention et lutte

Les méthodes de lutte sont peu nombreuses. Il s'agit entre autre d'éviter le stress. Ce dernier, provoque une sénescence accélérée de la plante [45]. De ce fait, les techniques culturales qui favorisent la vigueur et évitent une rapide sénescence du feuillage ainsi que la faiblesse de la plante. Ces techniques diminuent l'incidence de la maladie. Ainsi, elles doivent inclure une irrigation et une application correcte d'engrais [50].

Il s'agit également d'éviter de récolter par temps humide, de cultiver des variétés moins sensibles, et d'utiliser uniquement les plants sains et bien triés [43] (Jean, 2002). Cependant, l'assolement permet d'éviter la repousse de tubercules demeurés en terre et la transmission par les fanes [44]. Enfin, la maladie est correctement contrôlée par l'application de fongicides type mancozèbe, chlorothalonil ou fluazinam [53] [52]

I.3.1.1.3. Fusarioses (*Fusarium caeruleum*, *Fusarium solani*, *Verticillium roseum*)

La fusariose correspond à une pourriture sèche des tubercules provoquée par des champignons du genre *Fusarium* [51].

L'inoculum de ces parasites d'origine tellurique se multiplie, et se conserve dans le sol en saprophyte. A la récolte, il est véhiculé par le sol adhérent aux tubercules et entraîne, après blessure de ceux-ci, le développement de pourriture. La nuisibilité de ces parasites peut être importante du fait de leur présence très

répondue dans les sols, et leurs transports avec les tubercules dans les locaux de conservation [54].

Sur le tubercule, les parties touchées paraissent d'abord plus foncées. Elles se rident et s'enfoncent. Il s'agit d'une pourriture marron, qui à la coupe présente des cavités tapissées de mycélium blanc [46]. D'après Anonyme (1998) [45], à ces endroits sur la peau à la faveur des températures élevées apparaissent des coussinets de couleurs claires souvent brun clair ou vert.

Les champignons du genre *Fusarium* sont des parasites de blessures. Pour limiter ces pourritures, il faut tout d'abord éviter de blesser les tubercules lors des manutentions, et récolter dans un délai de trois à quatre semaines après le défanage.

Il faut également bien sécher les tubercules à la récolte pour favoriser la cicatrisation des blessures avant descente des températures, et la rentrée en frigo. Il faut traiter peu de temps après la récolte avec un fongicide à base de thiabendazole et d'imazalil pour contrôler toutes les souches. Sans oublier d'assurer une bonne hygiène générale de l'exploitation soit le lavage, la désinfection des locaux et matériels, et l'élimination des déchets [51].

I.3.1.1.4. Gangrène (*Phoma exigu*)

La gangrène est une pourriture sèche du tubercule. Ce champignon se conserve dans le sol en saprophyte. La terre contaminée adhérente au tubercule va servir à la propagation du champignon qui pénètre par les blessures occasionnées aux tubercules lors de la récolte et du conditionnement. Les locaux de conservation et le matériel peuvent être aussi des sources de contamination [52].

Les tubercules atteints (Figure I.17) présentent des enfoncements circulaires irréguliers bruns foncés de 0,5 à 3 cm de diamètres. La peau aux endroits malades peut être plissée en cercles concentriques portant parfois des

fructifications, à peine de la grosseur d'une tête d'épingle de couleur noirâtre. Ces pycnides sont un symptôme caractéristique de la gangrène [53].

Prévention et lutte

Des mesures prophylactiques simples peuvent à elles seules empêcher le développement de ce parasite. A noter l'utilisation de plants sains, le choix des parcelles avec rotation de 5 ans minimum. Il importe également de ne pas trop allonger le délai défanage-récolte, de limiter toutes les blessures à la récolte et au conditionnement, de favoriser la cicatrisation en début de conservation, et de conserver avec une bonne maîtrise de la température et l'humidité [54].

Des mesures chimiques peuvent être envisagées pour les tubercules de plant. Au niveau du plant, il est indispensable de réaliser un traitement le plus tôt possible après récolte avec un mélange de thiabendazole + imazalil (Fungaflor TZ) [55].

*1.3.1.1.5. Rhizoctone brun (*Rhizoctonia solani*)*

C'est la maladie la plus grave constatée à la levée, sur les jeunes pousses de la pomme de terre [14]. La nuisibilité sur le rendement est difficile à connaître. Mais, elle est évaluée par certains auteurs à 20%. Cependant, la perte la plus importante est sur la qualité des tubercules avec la présence de sclérotés (figure 18), de déformations, et une augmentation des petits calibres. Il peut subsister dans le sol en saprophyte sur les débris végétaux ou sous forme de sclérotés, jusqu'à une profondeur de 30 à 40 cm. Sa survie n'y est cependant pas de très longue durée. Les sclérotés sont progressivement détruits par l'action bactérienne [52].

Les symptômes se manifestent d'abord par des manques à la levée. Au cours de la culture, on observe la formation de tubercules aériens. Un enroulement du feuillage, et un raccourcissement des entrenœuds suivent les symptômes. On l'appelle tour à tour variole, chancre du pied ou collerette [55].

La pratique de la rotation des cultures, l'emploi de plants de commerce, l'arrachage puis brûlis des fanes sont les moyens préventifs contre cette maladie [14].

I.3.1.2. Maladies bactériennes

I.3.1.2.1. Gale commune (*Streptomyces scabies*)

La gale commune est présente dans toutes les régions où l'on cultive la pomme de terre. Son importance économique tient avant tout à la diminution de la qualité de tubercules dans leur apparence, car la chair n'est pas affectée et il n'y a pas d'influence sur le goût, ni sur la valeur alimentaire. En revanche, les pertes de poids sont notables [44].

Cette forme de gale s'attaque aux tubercules, aux tiges, aux stolons et aux racines. La maladie se manifeste d'abord par la présence de lésions minuscules brun rougeâtre au niveau des lenticelles des jeunes tubercules. Les lésions s'agrandissent, virent au foncé et forment des zones galeuses circulaires, les unes isolées, les autres réunies en de grandes plaques subéreuses. Parfois, ce sont des taches superficielles rugueuses, parfois de profondes et grosses croûtes [56].

I.3.1.2.2. La jambe noire et la pourriture molle (*Erwinia carotovora*, *Erwinia chrysanthemi*)

Ces bactéries causent sur les plantes atteintes un enroulement typique du sommet et un jaunissement généralisé avant de dépérir. A la base de la tige, une lésion noire est observée d'où la désignation de la maladie par "la jambe noire". Le tubercule prend un aspect picoté en début d'infection. Les tissus infectés deviennent mous, de couleur crème puis devenant foncés [57].

Selon Anonyme (1998) [47], le tubercule assure la conservation, la et transmission de la bactérie. Celle-ci se loge dans les lenticelles des tubercules-fils ou au niveau du talon. Les tubercules atteints vont pourrir en conservation ou transmettre la maladie aux plantes filles lorsqu'ils seront plantés.

1.3.1.2.3. Bactériose vasculaire (*Pseudomonas solanacearum*)

La bactériose vasculaire ou flétrissement bactérien de la pomme de terre est une maladie estimée par Martin (1982) [58], comme un facteur limitant dans la production de la pomme de terre et surtout pour la production de plants. Les symptômes de surface sont caractérisés par le flétrissement et le jaunissement du feuillage. Le flétrissement fait penser à une plante stressée par un manque. Le flétrissement d'une seule partie de la plante est caractéristique. Cependant, si la maladie se développe rapidement, les plantes de toute une butte peuvent flétrir. Sur les tubercules, lorsque l'infection est grave, des gouttes d'aspect laiteux qui contiennent des bactéries suintent des yeux des tubercules ou aux extrémités des stolons après la récolte. Ceci fait coller la terre à la surface des tubercules. Une coupe de tubercule montre souvent une décoloration brunâtre du système vasculaire. Une légère pression de l'anneau vasculaire fait sortir le typique mucilage blanc-grisâtre de nature bactérienne. [59].

1.3.1.2.4. Prévention et lutte contre les bactéries

Selon Ait Ouada et al, (2008) [57], les moyens curatifs contre les bactéries s'attaquant aux plants sont inexistantes. Seule la prévention peut contribuer à éviter leur introduction dans les parcelles saines, et limiter les pertes. Il est recommandé d'utiliser des tubercules semences certifiées sains, d'éliminer les mauvaises herbes, et d'incinérer les plants infectés. Il faut aussi veiller à une bonne rotation des cultures, une désinfection du matériel et des lieux de stockage sans oublier de respecter les bonnes conditions de conservation des tubercules tels que l'aération, et le froid.

1.3.1.3. Maladies virales

Les virus pouvant infecter la pomme de terre sont nombreux environ quarante. Mais bien qu'ils ne présentent pas tous la même importance économique, leur incidence sur la longévité de l'espèce n'est pas à négliger [57].

Les virus sont, d'après Salazar (1982) [60], des agents pathogènes extrêmement petits. Ils se développent dans les cellules vivantes et sont transmis aux plantes saines par les insectes, nématodes, champignons ou par contact mécanique. Il s'agit de la transmission primaire. Comme la plante infectée continue à se développer et arriver à maturité, la plupart des virus peuvent envahir toutes les parties végétatives y compris les tubercules. Presque tous les virus de la pomme de terre passent d'une culture à l'autre par l'intermédiaire des tubercules infectés. A ce niveau, on parle d'infection secondaire. Les pertes engendrées par les virus de la pomme de terre sont à la fois quantitatives à savoir une baisse de rendement, et qualitative tels que une réduction de la valeur commerciale.

Selon Astier et *al.* (2001) [61], les virus provoquent le plus souvent, des modifications plus ou moins importantes et caractéristiques. Elles se traduisent par des anomalies de pigmentation; mosaïque, panachures, jaunisses, ou de croissances tels que le rabougrissement, des nécroses ou des déformations. L'observation de ces symptômes constitue la première étape du diagnostic.

La symptomatologie est à l'origine de la description des maladies virales et de la dénomination des virus qui en sont la cause. Le terme de mosaïque qui décrit la présence de plages foliaires avec différentes intensités de coloration est à l'origine de l'appellation de nombreux virus. Ainsi, il y a un virus de mosaïque de tabac, un virus de mosaïque de concombre, et autres virus. De même, on trouve de nombreux virus de la nécrose, virus de la panachure ou virus de la jaunisse selon le type de symptômes qu'ils induisent [62].

Toutefois, d'après Ait Ouada et *al.* (2008) [57], parmi les plus important virus pouvant infecter la pomme de terre, il y a le virus de l'enroulement de la pomme de terre (Potatoleafroll virus, PLRV), le virus de la frisolée de la pomme de terre (Potato virus Y), et le virus de la mosaïque plane ou bénigne (virus X de la pomme de terre).

1.3.1.3.1. Virus de l'enroulement de la pomme de terre (Potatoleafroll virus, PLRV)

Le virus PLRV est détecté dans toutes les régions productrices de la pomme de terre. Son incidence est fonction de l'abondance, l'année précédente, et des pucerons *Myzus persicae* [63].

Le PLRV induit une réduction du nombre de tiges, de tubercules, et de la taille des tubercules, ce qui se traduit par une réduction de rendement qui varie de 65% à 85% lorsqu'un contrôle efficace des pucerons n'est pas appliqué [64].

Pour les symptômes primaires, les jeunes feuilles sont érigées, enroulées, et pâles.

Parfois et selon les variétés, elles peuvent prendre une couleur pourpre au moins sur leurs bords (figure 1.17). Plus tard ces symptômes se propagent aux feuilles les plus basses. Cependant, les symptômes secondaires sont visibles dès l'émergence: Les feuilles les plus basses sont enroulées. Tandis que les feuilles les plus hautes sont pâles. De même, les feuilles craquent lorsqu'on les presse et toute la plante est érigée [41].

1.3.1.3.2. Virus Y de la mosaïque pomme de terre (Potato virus Y)

C'est l'un des virus les plus répandus parmi les virus de plantes d'importance économique. Il est transmis par au moins 70 espèces de pucerons selon un mode non persistant car le puceron ne peut le transmettre que dans un délai d'une ou deux heures après son acquisition par piqûre d'une plante contaminée [65].

La manifestation des symptômes provoqués en végétation est très variable et dépend de la combinaison entre la souche de virus Y, la variété de pomme de terre, les conditions agro-climatiques et le type d'infection [66].

Les symptômes varient en intensité selon que l'infection est primaire ou secondaire. Ainsi, on peut observer une mosaïque légère ne touchant généralement qu'une partie de la plante pour l'infection primaire de l'année ou bien une forte mosaïque accompagnée de rabougrissements, et nécroses, pour l'infection secondaire touchant l'ensemble de la plante originaire du tubercule mère [67].

Les virus à mosaïque et le virus de l'enroulement des feuilles de la pomme de terre sont les maladies virales les plus importantes économiquement [68].

I.3.1.3.3. Le virus de la mosaïque plane ou bénigne (virus X de la pomme de terre)

L'incidence du virus X sur le rendement est plus faible que celle du virus Y ou du PLRV, car il n'entraîne pas de réduction marquée de la croissance de la plante ou de la taille et du nombre de tubercules. Cependant il est facilement transmissible mécaniquement en condition naturelles. La dissémination du virus se fait uniquement par contacte [69].

Cette maladie sévit dans la plupart des régions de culture de pomme de terre. Les feuilles de plantes atteintes présentent des mouchetures qui varient du vert pâle au vert jaunâtre. Les feuilles deviennent légèrement gaufrées et reste anormalement petites. Les plants sont légèrement rabougris. Les tubercules ne présentent généralement pas de défauts manifestes [70].

I.3.1.3.4. Prévention et lutte contre les virus

La lutte contre les virus de la pomme de terre est d'ordre préventif. Hooker (1982) [71]. Précise que les méthodes de lutte portent en premier lieu sur l'emploi de plants sains. Ainsi, les plants infectés produisent des tubercules infectés qui à leur emploi produiront des plantes infectées. On ne peut pas faire pousser de plantes saines à partir de plants infectés. Les plantes de pomme de terre malades présentes à l'intérieur ou autour du champ sont des sources d'infection, et de

dissémination des virus à éliminer. Les mauvaises herbes, qu'elles soient ou non sources potentielles de virus, doivent être éliminées elles aussi, par une lutte efficace afin d'éviter qu'elles ne constituent un abri pour les insectes. La lutte contre la transmission des virus par les vecteurs se fait par l'observation des populations de ces insectes vecteurs. A cet effet, on peut plus facilement décider si une zone ou une saison est favorable à la culture de plants de pomme de terre. Il faut mentionner que les champs de production de plants doivent être isolés. Pour éviter l'introduction d'insectes vecteurs par les vents dominants, les champs de production de plants doivent être situés si possible loin des vents [71].

La lutte contre la multiplication des pucerons sur les plantes de pomme de terre ou sur les tubercules germés en stock doit se faire par l'emploi adéquat d'insecticides. Cependant, lorsqu'on est en présence de virus transmis par nématodes, il peut s'avérer nécessaire de faire un traitement du sol ou une rotation appropriée des cultures [52] [72]. En fin, pour lutter contre la transmission mécanique des virus, il faut manipuler les tubercules germés avec précaution pendant le triage, la manipulation, et la plantation. Des virus présents sur les tubercules germés peuvent être transmis aux germes sains. Les virus transmis par contact sont disséminés lors du contact de feuillage de plantes saines avec des feuilles infectées par virus, avec des germes infectés ou avec d'autres sources. Les buttes doivent être donc largement espacées afin de réduire la transmission mécanique. Aussi, il ne faut pas se promener dans un champ ou y rentrer avec une machine lorsque les fanes de pomme de terre sont fortement développées. [72].

1.3.2. Autres maladies non parasitaires

Plusieurs maladies non parasitaires peuvent affectées les tubercules de pomme de terre résultant de troubles biologiques et physiologiques dont les taches de rouille, le cœur noir, le cœur creux, les crevasses de croissance, ... etc. Ces maladies sont induites par des troubles de la croissance, liés notamment aux variations climatiques, ou à des conditions de stockage inadaptées [73] [74].

D'autres troubles peuvent être observés sur la culture de la pomme de terre au cours de son développement. Selon Anonyme (2008) [47] [75], la disponibilité en éléments minéraux peut provoquer des symptômes associés à une carence ou un excès de certains éléments [77] [76].

A titre d'exemple, Les symptômes de carence en azote se traduisent par un feuillage plus clair et par une réduction de la masse foliaire. Par contre son excès, retarde la maturité et peut favoriser le développement de certaines maladies, par l'augmentation de la masse foliaire qui maintient une plus forte humidité [78]. Alors que la carence en potassium se traduit par une décoloration des bordures des feuilles, évoluant ensuite par l'apparition de taches brunes, et un gaufrage ou une déformation des feuilles en bordure et sur le limbe [79] [80] (Figure 19). Cependant, la disponibilité en potassium joue un rôle essentiel sur la qualité des tubercules, en particulier concernant la résistance aux endommagements de type noircissement interne. Enfin pour la carence en phosphore, elle se traduit par un allongement des folioles présentant parfois une légère déformation du bord des feuilles. Puis, on assiste à l'apparition de tâches brunâtres et un aspect terne du limbe. [81] [82].

1.3.3. Ravageurs

1.3.3.1. Pucerons

Les pucerons comprennent un grand nombre d'espèces. Certaines d'entre elles se multiplient sur la pomme de terre et peuvent constituer des colonies. D'autres itinérantes ne visiteront qu'occasionnellement la plante lors de leur période de vol [77] [83].

Pour le stade végétatif de la pomme de terre, le puceron vert du pêcher est le plus nocif des pucerons. Il est présent partout dans le monde, et il est de loin le vecteur de virus le plus redouté [78] [84]. D'après Anonyme (2012) [85], plusieurs espèces peuvent être rencontrées sur la pomme de terre mais 4 espèces dominent, à savoir le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*), le puceron vert et rose de la pomme de terre, le puceron strié de la pomme de terre et de la digitale, et le puceron du nerprun [87] [86].

Les pucerons sont susceptibles de provoquer deux types de dégâts, altérants à la fois le rendement, et la qualité des tubercules. Des dégâts directs par les prélèvements de sève, perturbent le fonctionnement des plantes, et induisent une perte de rendement [88] [89]. Ainsi que par la présence de champignons, les fumagines se développent sur le miellat rejeté par les insectes. Les pertes ainsi occasionnées ne sont évidentes que dans le cas de fortes pullulations pendant une assez longue période dans la culture [47] [90].

Par contre les dégâts indirects se manifestent par la transmission de virus PLRV ou PVY, affectant le rendement et la qualité [92]. Les pucerons durant leurs alimentations peuvent introduire à la plante par le biais de la salive des substances toxiques pouvant affecté la croissance. Mais le plus important des dégâts indirects est la transmission de virus [94] [93].

L'objectif des traitements dans la lutte contre les pucerons est de retarder la contamination des parcelles et de limiter ensuite la propagation du virus. Un unique traitement aphicide adapté et bien positionné est dans la plus part des cas suffisant, mais la date d'intervention est primordiale. Il est préférable de choisir un insecticide efficace sur l'ensemble des espèces de pucerons [96] [97].

Le seuil d'intervention actuellement retenu se situe entre 5 et 10 pucerons aptères en moyenne par feuille (la feuille est composée de 5 à 7 folioles), prenant en compte les feuilles du bas, du milieu et du haut de la plante sur une vingtaine de plantes. On veillera à alterner les familles de produits insecticides utilisées sur l'exploitation afin de prévenir l'apparition de populations de pucerons résistants [99] [98].

Le respect des auxiliaires est essentiel pour une bonne maîtrise des populations de pucerons. Il est donc préférable d'utiliser des produits respectueux des auxiliaires, quelque soit la période d'activité [100] [102].

1.3.3.2. Doryphore

Le doryphore est un petit coléoptère de 10 à 12 mm [105] (Figure 18). Ce ravageur cause localement de très graves dégâts. Larves comme adultes consomment le feuillage et la défoliation peut rapidement être complète. Les pertes de rendements sont importantes si l'attaque survient tôt dans la saison. Lorsqu'on voit les destructions et les ravages causés par les doryphores, on pense venir à bout de cet envahisseur particulièrement tenace par des insecticides puissants. En effet, il est important de souligner que cet insecte ne s'attaque qu'aux plantes de la famille des solanacées. De ce fait, la rotation des cultures empêche la prolifération de ce coléoptère, tout comme l'association de la pomme de terre avec d'autres plantes considérées comme excellents répulsifs contre les chrysomèles de la pomme de terre, citant les haricots, l'ail et le ricin [106] [107].

1.3.3.3. Teigne de la pomme de terre

Elle est cosmopolite, et répandue dans toutes les régions subtropicales du monde. Très redoutable dans les régions tempérées et chaudes notamment sur le pourtour méditerranéen. En Algérie, cette espèce est maintenant signalée dans toutes les régions où l'on pratique la culture de pomme de terre [110] [109]. Elle menace les champs et les aires de stockage en causant des pertes allant de 50 à 100% quand les conditions sont optimales [112] [111].

D'après Raman (1982) [113]. Les dégâts causés par les larves sont très caractéristiques. Elles pénètrent dans les feuilles, et creusent des galeries dans les nervures et dans les tiges de la plante. Par contre la teigne infeste les tubercules en déposant leurs œufs près des yeux des tubercules. Les larves forent des galeries et des tunnels irréguliers en profondeur ou juste sous la peau du tubercule. Si les tubercules infestés sont stockés sans précautions adéquates, le stocke entier risque d'être détruit. Afin de prévenir les dégâts et avant de penser à une lutte chimique, il faudrait d'abord étudier les techniques culturales possibles. Le mieux est d'associer les techniques culturales à l'emploi adéquat d'insecticides dans un "programme de lutte intégrée" [114].

1.3.3.4. Nématodes à kystes

Selon (Lambion et Al., 2006) [115]. Les nématodes à kystes sont des vers de très petite taille. Le kyste est une forme de résistance, contenant les œufs. Il supporte les conditions hostiles du milieu comme les basses températures. Ainsi, il peut se conserver jusqu'à vingt ans [116].

Les nématodes se nourrissent sur le système racinaire qu'ils désorganisent. Le principal symptôme en culture est un retard de croissance, qui se présente sous forme de plants chétifs sur une zone à peu près circulaire. Ils sont des organismes de quarantaines [117].

Aucun traitement n'existe en agriculture biologique. La lutte est basée sur la prophylaxie. Il convient d'abord de planter dans une parcelle saine soit les rotations longues minimisent le risque d'attaque grave, et d'utiliser des plants certifiés indemnes de nématodes [118]. Les repousses de pomme de terre doivent être éliminées car elles peuvent héberger des nématodes, de même que les solanacées spontanées tels que la morelle ou les solanacées cultivées. Les kystes sont véhiculés par la terre d'une parcelle contaminée. De ce fait, il faut soigneusement laver le matériel de travail du sol, les chaussures, et les roues des tracteurs [119] [120]



Figure I.14 : Taches brunes sur feuilles et tiges causées par le mildiou de la pomme de terre (Anonyme, 2008).



Figure I.15 : Pourriture marron progressant vers l'intérieur du tubercule causée par le mildiou de la pomme de terre (Anonyme, 2008).



Figure I.16 : Pourriture sèche causée par *Alternaria* (Anonyme, 2008).



Figure I.17 : Pourriture sèche de type Gangrène (Anonyme, 2008).

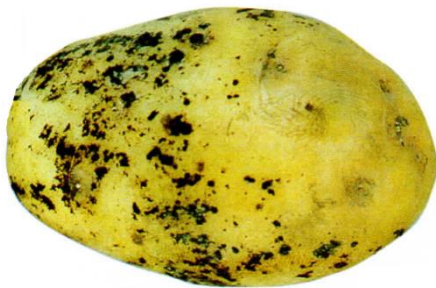


Figure I.18 : Rhizoctone brun (Anonyme, 1998).



Figure I.19 : Enroulement des feuilles de la base lié à une infection par PLRV.



Figure I.20 : Adulte du Doryphore (polese, 2006).



Figure I.21 : Gaufrage, brillance et décoloration du bord des folioles provoqué par une carence en potassium (Anonyme)

I.3.4. Adventices

Les différentes adventices susceptibles d'infester les parcelles de pomme de terre sont classées selon Anonyme (2004) [49] en trois catégories, les dicotylédones (Tableau I.2), les graminées (Tableau I.3) et les adventices difficiles à détruire comme le *Datura* et les repousses d'endives et de chicorée [122].

Les différents adventices dicotylédones susceptibles d'infester les parcelles de pomme de terre sont données dans le tableau I.2.

Tableau I.2 : Les mauvaises herbes type dicotylédones de la pomme de terre.

Adventices	Nom scientifique	Adventices	Nom scientifique
Aéthusa	<i>Aethusa cynapium</i>	Mercuriale	<i>Mercurialis annua</i>
Amarante	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Morelle	<i>Solanum nigrum</i>
Chénopode	<i>Chenopodium album</i>	Renouée liseron	<i>Polygonum convolvulus</i> L.
Fumeterre	<i>Fumaria muralis</i>	Renouée des oiseaux	<i>Polygonum aviculare</i>
Gaillet	<i>Galium aparine</i>	Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i>
Matricaire	<i>Matricaria recutita</i>	Séneçon vulgaire	<i>Senecio vulgaris</i>

Les différents adventices graminée et autre susceptibles d'infester les parcelles de pomme de terre sont données dans le tableau I.3 [124].

Tableau I.3 : Les mauvaises herbes type graminées de la pomme de terre.

Adventices	Nom scientifique	Adventices	Nom scientifique
Digitaire sanguine	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Ray-grass	<i>Lolium multiflorum</i>
Folle avoine	<i>Avena fatua L.</i>	Sétaire	<i>Setaria sp.</i>
Panic pied de coq	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Vulpin	<i>Alopecurus agrestisL.</i>
Paturin annuel	<i>Poa annua L.</i>	Chiendent	<i>Elytrigia repensL.</i>

D'après Diamantidis et. Koukios (2000) [53], la lutte par le désherbage de la pomme de terre a pour objectif de protéger efficacement la culture pour préserver le rendement et la qualité. Ainsi, certaines racines ou rhizomes peuvent par pénétration dans les tubercules, causer des dommages. Aussi, cette lutte a pour objectif de maintenir la propreté de la parcelle [126] [127].

La lutte contre les mauvaises herbes ne se limite pas à un simple choix de produits en fonction de la flore de la parcelle, elle doit aussi tenir compte du risque du transfert de matières actives vers les eaux environnantes et les tubercules à savoir les risques de phytotoxicité en adaptant les doses d'application au type de sol soit une réduction de 20% de la dose herbicides en sol filtrant pour les herbicides racinaires les plus solubles [129] [128].

Le choix des produits doit être raisonné en fonction de la flore adventice à savoir la flore attendue pour le traitement en prélevée, la flore constatée pour les interventions en post levée ou en cas de rattrapage [131] [130].

Les produits pré-levés

Les spécialités herbicides de prélevé n'ont qu'une sélectivité de position vis-à-vis de la plante. Ils demeurent dans la couche superficielle du sol et sont absorbés par les racines des adventices. Tandis que la pomme de terre, plantée plus

profondément développe son système racinaire et stolonifère dans une zone exempte d'herbicide [132] [133].

Les produits post-levés

Le stade de la pomme de terre n'est pas limitant. Mais, il faut seulement que le produit atteigne les mauvaises herbes. De ce fait, il faut prendre en considération l'effet parapluie de la culture et à ne pas appliquer l'herbicide par forte chaleur. La température maximale est de 25°C [135] [134].

L'utilisation de mélanges d'herbicides est une pratique très répandue et très ancienne en culture de pomme de terre. Elle permet d'élargir le spectre d'activité des produits par complémentarité des spectres et d'adapter la dose de chacun des herbicides à la nature et à la densité des adventices [136].

La lutte contre les vivaces doit s'envisager sur l'ensemble de la rotation y compris dans l'interculture [137] [138].

1.3.5. Désordres différents

Le feuillage peut être abîmé, d'après Hodgson et Pond (1975) [57], par le passage des tracteurs et des rampes de pulvérisation, par les désherbants chimiques utilisés le long des routes ou dans les champs avoisinants. Ou encore par la grêle, la foudre et la gelée. Le manque de soins dans la manutention, l'emploi abusif d'engrais, les pousses de chiendent qui transpercent les pommes de terre sont autant de causes de blessures aux tubercules [139].

Selon (Diamantidis et. Koukios , 2000) [53], les tiges peuvent être écrasées ou coupées par les roues du tracteur surtout quand le feuillage couvre les interlignes. Les herbicides déforment le feuillage et diminuent les rendements. La grêle déchiquette les feuilles et meurtrit les tiges.

Les tubercules touchés de gelée légère présentent des zones molles, aqueuses, délimitées par des lignes noires; gravement gelés ils ont des yeux noircis, une chaire grumeleuse et répondent une odeur sure [140].

Les tubercules exposés à des températures de deux ou trois degrés au-dessous de point de congélation sont saisis par le froid. Lorsque les effets se manifestent, on voit apparaître des plaques grises. Les tubercules donnent des plantes faibles qui se développent lentement [141].

L'abus d'engrais provoque parfois "la peau d'alligator". La pelure des tubercules en croissance devient très rugueuse. Parfois les rhizomes pointus du chiendent transpercent les tubercules [142].

Chapitre II :

Matériels et

Méthodes

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

Notre contribution vise deux objectifs. A travers des essais sur des parcelles expérimentales appartenant à des établissements producteurs de pomme de terre répartis au nord du pays, nous avons testé les performances de variétés introduites par rapport aux variétés potentiellement consommées et bien établies en Algérie. D'une part, nous avons évalué les différents rendements ce qui permet de valoriser la production des variétés en quantité et en qualité, dans les conditions optimales de production. D'autre part, nous avons à travers l'essai maladie, essayé de déterminer l'adaptation des mêmes variétés aux conditions des milieux d'étude et leurs comportements vis-à-vis des principales maladies pouvant affecter la culture de pomme de terre.

II.1. Localisation de l'expérimentation

L'expérimentation s'est effectuée au siège du Centre National de Contrôle et de Certification des Semences et Plants (C.N.C.C.). Le centre est situé à El Harrach, Alger. Les différentes analyses à savoir ont été réalisées au niveau des laboratoires du centre. Les parcelles expérimentales ont été choisies au niveau de trois étages bioclimatiques du nord algérien Trois stations ont été considérées par étage bioclimatique respectivement à Alger, Skikda et Mostaganem, en zone littorale; à Ain Defla, Mascara et Mila, au niveau des plaines et à Tiaret, Bouira et Oum Bouaghi dans la zone des hauts plateaux (Figure II.1). Nous avons précisé les situations géographiques ainsi que l'altitude de chaque station dans ce qui suit.

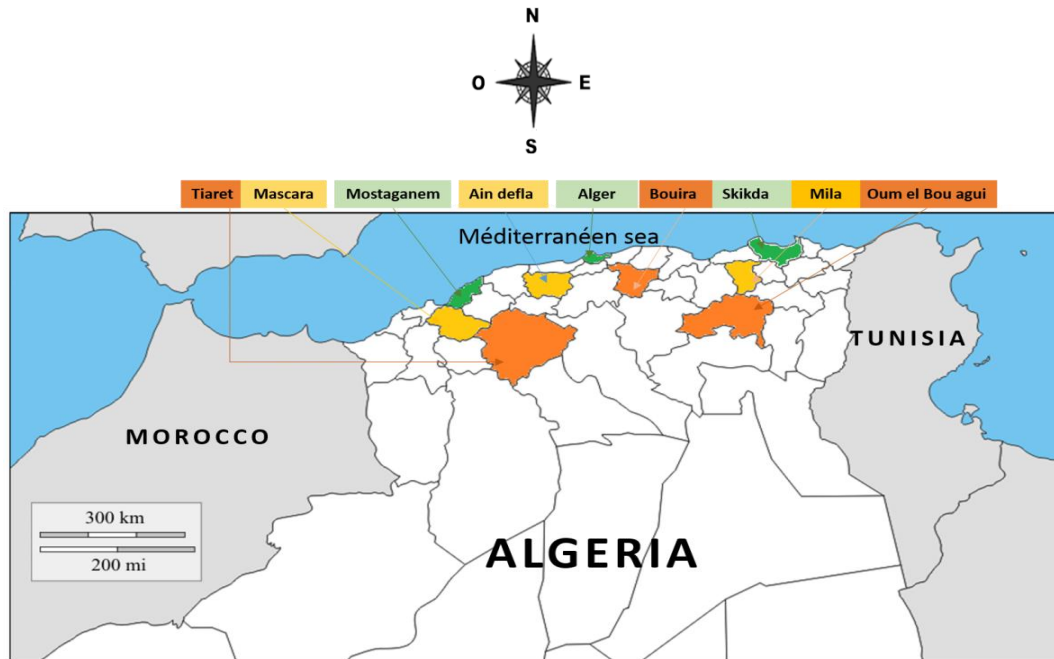


Figure II.1 : Présentation des sites d'étude.

II.1.1. Site d'Alger (Bab-Ezzouar)

Le site se trouve au niveau de la station expérimentale du C.N.C.C. à Bab Ezzouar, situé à environ 15 km à l'est d'Alger. S'étendant sur une superficie de quatre (4) ha, il a pour coordonnées géographiques 36.7167 de latitude nord, et:3.18333 de longitude est, il se trouve à une altitude:15 mètres-50 pieds (Figure II.2).



Figure II.2 : Localisation de la station expérimentale du Centre National de Contrôle et de Certification des Semences et Plants (C.N.C.C.) de Bab Ezzouar (Google Earth 2013).

II.1.2. Site de Skikda (El Harrouch)

Ce site se trouve au niveau de l'établissement producteur de plants de pomme de terre Goudemani. La parcelle expérimentale est située dans la commune d'El Harrouch dans la daïra d'El Harrouch à 441 km à l'est d'Alger et au sud de la wilaya de Skikda, Les coordonnées géographiques sont: 36,6667 de latitude nord, 6,8333 de longitude est, et à 120 mètres altitude: (Figure II.3).



Figure II.3 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur d'El Harrouch (Google Earth 2013).

II.1.3. Site de Mostaganem (Sirat)

La parcelle expérimentale est située dans la commune de Sirat dans la daïra de Sirat à 327 km à ouest d'Alger et au sud de la wilaya de Mostaganem aux coordonnées géographiques : 35,7804 de latitude nord, 0,1905 de longitude est, et à une altitude de 100 mètres (Figure II.4).

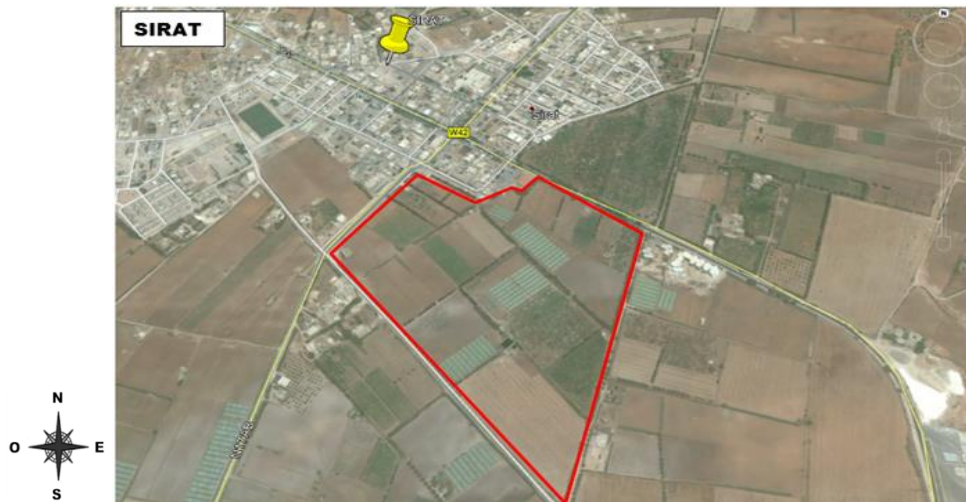


Figure II.4 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Sirat (Google Earth 2013).

II.1.4. Site d'Ain Defla (Bir Ouled Khelifa)

Le site se trouve au niveau de l'établissement producteur de plants de pomme de terre Ben Aini. La parcelle expérimentale est située dans la commune de Bir Ould Khelifa dans la daïra de Bordj Emir Khaled à 145 km au sud-ouest d'Alger et à l'est de la wilaya d'Ain Defla. Les coordonnées géographiques du site se présentent comme suit : 36.1833 de latitude nord, 2.23333 de longitude est, et à 289 mètres d'altitude: (Figure II.5).



Figure II.5 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur Ben Aini à Bir Ouled Khelifa (Google Earth 2013).

II.1.5. Site de Mila (Ain Beida Harriche)

La parcelle expérimentale est située dans la commune d'Ain Beida dans la daïra d'Ain Beida à 396 km au sud-est d'Alger et à l'ouest de la wilaya de Mila. Les coordonnées géographiques du site se présentent comme suit; latitude: 36,3433, longitude: 6,0803, et altitude: 485 mètres (Figure II.6).



Figure II.6 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Ain Beida (Google Earth 2013).

II.1.6. Site de Mascara (Ghriss)

Il se trouve dans la commune de Ghriss dans la daïra de Ghriss à 404 km au sud-ouest d'Alger et au sud-ouest de la wilaya de Mascara. à 36,2933 de latitude nord, 3,6732 de longitude est, et à 460 mètres altitude: (Figure II.7).



Figure II.7 : localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Ghriss (Google Earth 2013).

II.1.7. Site de Bouira (Ain Bessem)

Le site se trouve au niveau de l'établissement producteur de plants de pomme de terre Zouaid, dans la commune d'Ain Bessem dans la daïra d'Ain Bessem à 100 km au sud-est d'Alger et au sud de la wilaya du Bouira (Figure II.8). Les coordonnées géographiques du site se présentent comme suit; latitude: 36,2933, longitude: 3,6732, et altitude: 675 mètres.



Figure II.8 : Localisation de la station expérimentale du l'établissement producteur Zouaid. D'Ain Bessem (Google Earth 2013).

II.1.8. Site de Tairret (Mahdia)

La parcelle expérimentale est située dans la commune de Mahdia dans la daïra de Mahdia à 241 km au sud-ouest d'Alger et au sud-est de la wilaya du Tiaret (Figure II.9). Les coordonnées géographiques du site se présentent comme suit; latitude: 35,4306, longitude: 1,7571, et altitude:980 mètres.



Figure II.9 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Mahdia (Google Earth 2013).

II.1.9. Site d'Oum bouaghi (Ksar Sbahi)

La parcelle expérimentale est située dans la commune de Ksar Sbahi dans la daïra de Ksar Sbahi à 465 km au sud-est d'Alger et à l'est de la wilaya d'Oum Bouaghi Les coordonnées géographiques du site se présentent comme suit; latitude: 36,0831, longitude: 7,2581, et altitude: 891 mètres (Figure II.10).



Figure II.10 : Localisation de la station expérimentale de l'établissement producteur à Ksar Sbaï (Google Earth 2013).

II.2. Mise en place des essais

Les essais expérimentaux se sont déroulés sur deux campagnes (2013 et 2014); pendant la tranche saison de production de la culture de pomme de terre, (Figure II.11).

II.3. Conditions édapho-climatiques et analyses nématologiques

II.3.1. Conditions édaphiques

Le sol est une source d'alimentation pour les plantes. Il joue un rôle essentiel dans le développement des cultures. Il est donc indispensable de connaître la texture des sols avant la mise en place de la culture [143].

II.3.1.1. Sols de la zone littorale

La zone de Bab Ezzouar se caractérise par des sols marécageux, humides, profonds, meubles et fertiles. La parcelle réservée pour les essais en question est

caractérisée par un sol à texture argilo-limoneuse. Les sols d'El Harrouch sont en général légers, meubles assez fertiles. La parcelle réservée pour les essais effectués est caractérisée par un sol à texture sableux.

Les sols de Sirat sont en général légers, meubles assez fertiles. et très riches en éléments nutritifs. Ainsi, les réserves hydriques sous terrains sont considérables. La parcelle réservée pour les essais effectués est caractérisée également par un sol à texture sableux.

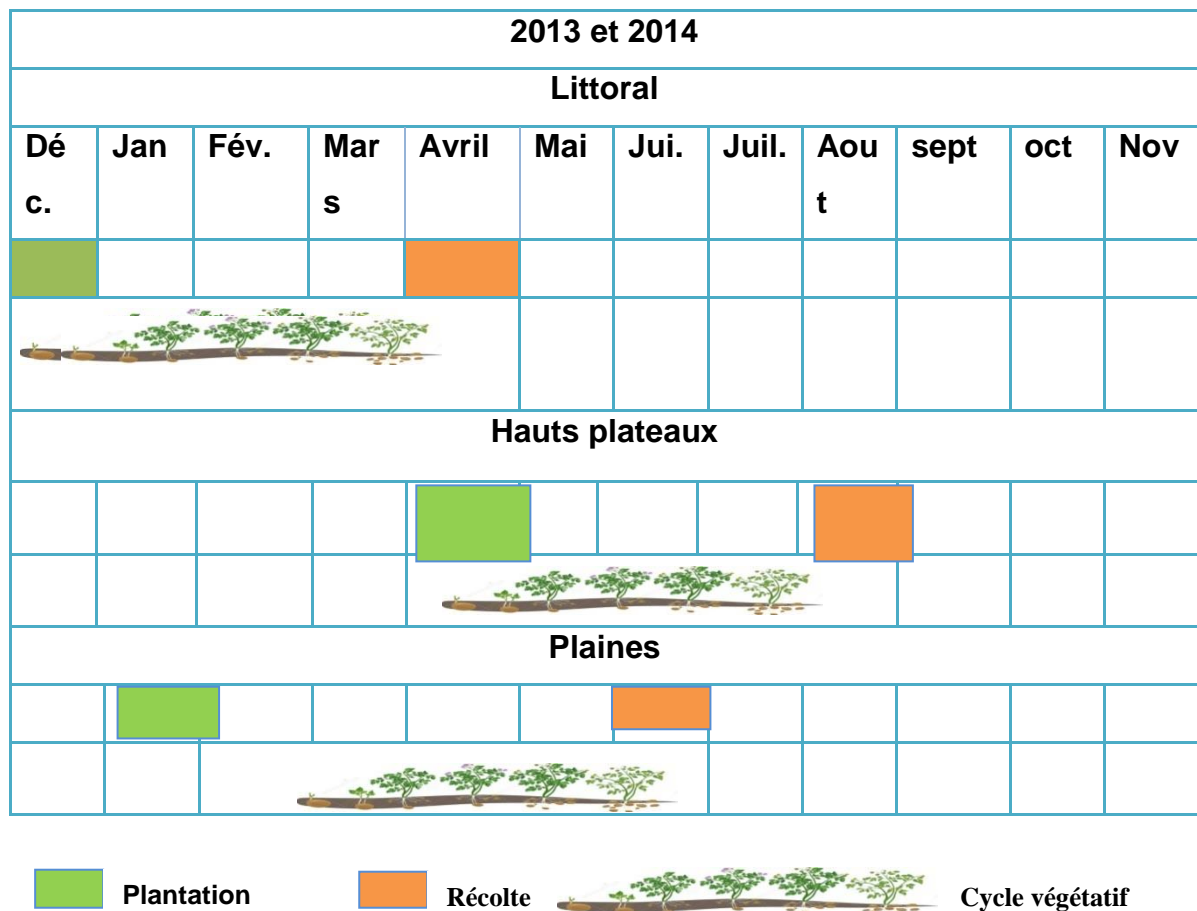


Figure II.11 : Tranches de productions de la culture de pomme de terre.

II.3.1.2. Sols de la zone des plaines

Les sols de Bir Ouled Khelifa , de Aïn Beida Harriche et les sols de la région de Ghriss sont en général lourds, meubles assez fertiles. La parcelle réservée pour les essais effectués est caractérisée par un sol à texture sablo-limoneuse.

II.3.1.3. Sols de la zone des hauts plateaux

Les sols de Mahdia à Tiaret et de Ksar Sbahi dans la région d'Oum Bouaghi ont une même texture que les sols de la zone des plaines. Ils sont en général lourds, meubles assez fertiles. La parcelle réservée pour les essais effectués est caractérisée par un sol à texture sablo-limoneuse.

II.3.2. Conditions climatiques

Le climat est l'ensemble de tous les états ou l'état moyen que peut avoir l'atmosphère en un lieu donné au cours des années. L'étude climatique est basée sur des observations météorologiques archivées (évaluation momentanée et quotidienne). Cette évaluation de l'atmosphère en un endroit donné peut être décrite avec de nombreux paramètres, en général, elle se fait selon deux critères : la température et les précipitations [144] [145].

Pour caractériser le climat de notre zone d'étude, nous nous sommes basés sur les données météorologiques de la station météorologique la plus proche de la zone d'étude. En Algérie, la chute des pluies est déterminée par la situation géographique et par la topographie, notamment la direction des axes montagneux par rapport à la mer, l'altitude. Ce sont les faces nord plus élevés qui reçoivent les condensations les plus fortes tandis que les pluies se raréfient vers le sud [146].

La pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides. Cette dernière agit d'une manière directe sur la végétation et le sol [146].

Sur le plan climatique, le gradient décroissant de la pluviométrie et l'augmentation de la température est marqué du nord vers le sud et de l'est vers l'ouest sur le territoire national. Au nord, le climat est typiquement méditerranéen. De ce fait les étés sont chauds et secs, et les hivers sont doux et humides. Les températures moyennes varient en fonction de l'altitude.

D'après leur situation sur le climagramme d'Emberger (Figure II.12), les sites de la zone littorale se retrouvent dans l'étage subhumide à hiver doux, tandis que les autres sites des zones des plaines et des hauts plateaux font partie de l'étage semi aride caractérisés par des températures minimales en hiver allant de l'hiver froid pour Tiaret, Oum Bouaghi et Mascara, à l'hiver frais pour les sites de Mila et Bouira et à l'hiver doux pour la région de Aïn Defla.

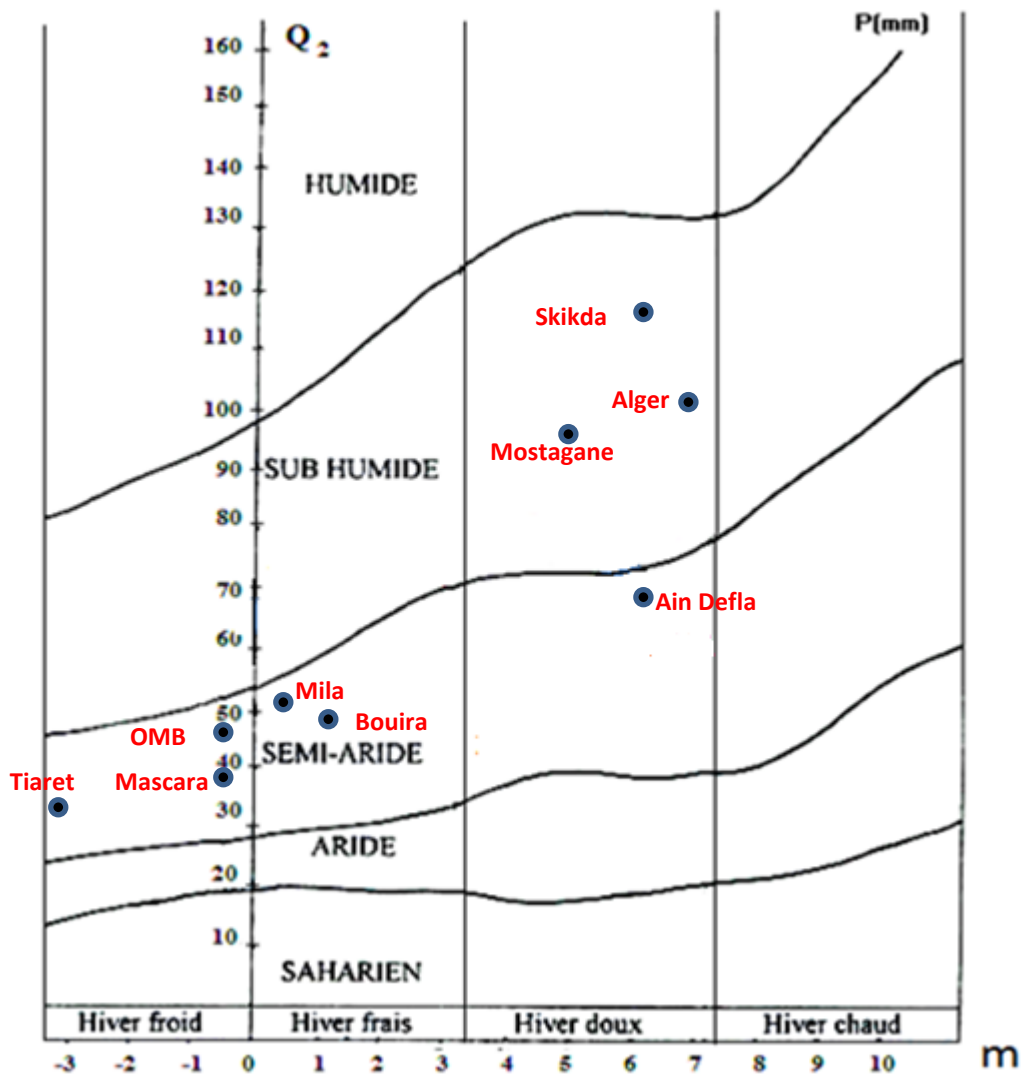


Figure II.12 : Répartition des différentes régions dans le climagramme d'Emberger.

Du point de vue des quantités de pluies enregistrées, les zones d'étude se caractérisent par des quantités de précipitations annuelles de 224,6 mm, 168,6 mm et 172 mm respectivement à Alger, Skikda et Mostaganem; 157 mm, 83 mm

et 82,2 mm respectivement au niveau de Ain Defla, Mascara et Mila et 77 mm, 82 mm et 73mm respectivement dans les régions deTiaret, Bouira et Oum Bouaghi.

Les mois les plus secs sont représentés par ceux de Juillet et Aout en zone littorale, le mois de juillet au niveau des plaines et les mois de mai à juillet concernant la zone des hauts plateaux (Figure II.13)

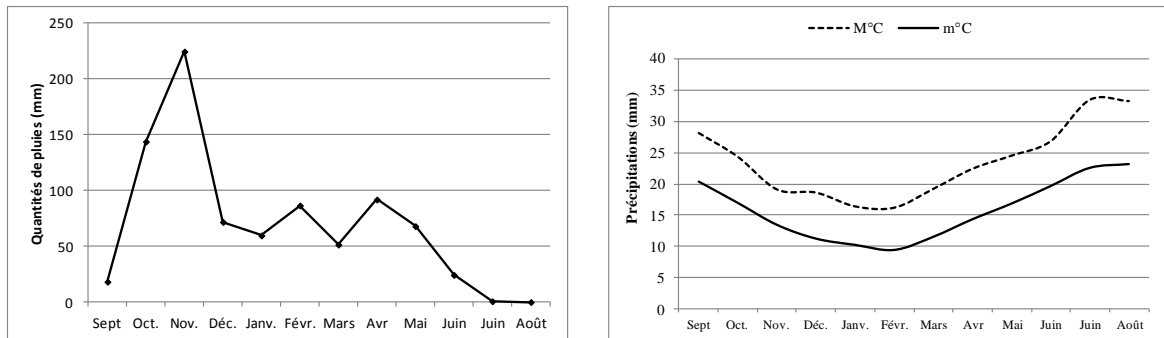


Figure II.13 : Variation des températures et quantités de pluies mensuelles au niveau du littoral en 2013 (Région d'Alger).

II.3.3. Analyse des nématodes à kystes

L'analyse du sol pour la détection des nématodes à kystes (*Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*) est obligatoire, avant toute plantation de la culture de pomme de terre.

Les prélèvements des échantillons du sol ont été effectués au niveau des Neufs sites expérimentaux, avant la mise en place des essais. L'analyse a été réalisée au niveau du laboratoire de nématologie du C.N.C.C, selon la méthode utilisée de l'éluatriation avec l'appareil FENWICK [147].

En cas de présence des kystes, l'échantillon est considéré comme positif et la parcelle est mentionnée comme contaminée, donc impropre à la plantation de la pomme de terre [148].

Les résultats relatifs aux analyses des échantillons ont révélé l'absence des nématodes à kystes au niveau des neufs sites.

II.4. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail est constitué de quatorze (14) variétés de pomme de terre dont huit (8) variétés à peau blanche, quatre (4) variétés à peau rouge et deux (2) variétés témoins (Tableau II.1).

Les variétés témoins sont des variétés très répandues et couramment utilisées par les producteurs de pomme de terre en Algérie (Figure II.14).

Tableau II.1 : Liste des variétés de pomme de terre testées.

Code attribué	Variétés à peau blanche	Code attribué	Variétés à peau rouge
V1	Challenger	V 9	Lusa
V 2	Synergie		
V 3	Milva	V 10	Senna
V 4	Rumba		
V 5	Royal	V 11	Evolution
V 6	Barcelona		
V 7	Universa	V 12	Yona
V 8	Destiny		
Témoin 1 Spunta		Témoin 2 Désirée	

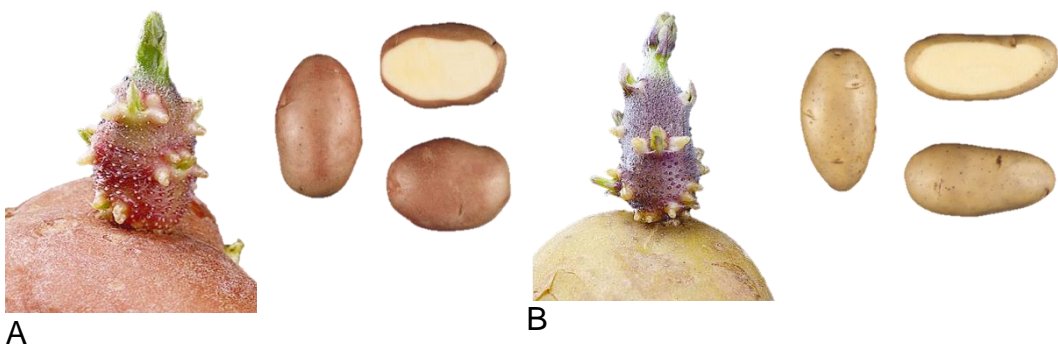


Figure II.14: Variétés témoins : Tubercule entier, en coupe et germes :

(A) : la variété Désirée ; (B) la variété Spunta.

II.5. Protocole expérimental

II.5.1. Objectif et principe de l'essai

L'essai rendement permet de valoriser la production des variétés en quantité et en qualité. Celles-ci sont cultivées dans les conditions optimales de production pour leur permettre d'extérioriser tout leur potentiel. L'essai maladie permet de déterminer l'adaptation des nouvelles variétés aux conditions du milieu et leurs comportements vis-à-vis des principales maladies qui peuvent affecter la culture de pomme de terre. Les variétés testées sont cultivées sans aucun traitement phytosanitaire.

Le principe de l'essai rendement repose sur l'homogénéisation des conditions abiotiques des variétés testées et du témoin, afin de comparer les rendements. L'essai maladies vise à comparer le comportement des variétés testées avec le témoin cultivées sans aucun apport phytosanitaire.

II.5.2. Dispositif expérimental

L'essai a été mis en place en plein champ, selon un dispositif expérimental en bloc aléatoire complet (Bloc Fisher) [99] avec quatre (4) répétitions pour l'essai rendement et l'essai maladie (Figures II.15 et II.16). Le tirage aléatoire des variétés diffère entre les deux (2) essais.

L'essai rendement doit rester indemne de toute attaque. L'essai maladies ne doit pas recevoir de traitement phytosanitaire. Pour éviter une éventuelle contamination, les deux essais sont suffisamment éloignés l'un de l'autre (50 mètres au minimum). L'étude a porté sur l'influence de quatre facteurs principaux à savoir la variété, l'étage climatique, l'année et le site avec le rendement pris comme variable.

II.6. Itinéraire technique

Pour mener à bien la croissance et le développement de la culture de la pomme de terre, des opérations culturales avant la plantation et pendant le développement de la culture sont nécessaires pour créer des conditions favorables. Ces opérations ont été appliquées sur la parcelle expérimentale pour les deux tests effectués (Figure II.16).

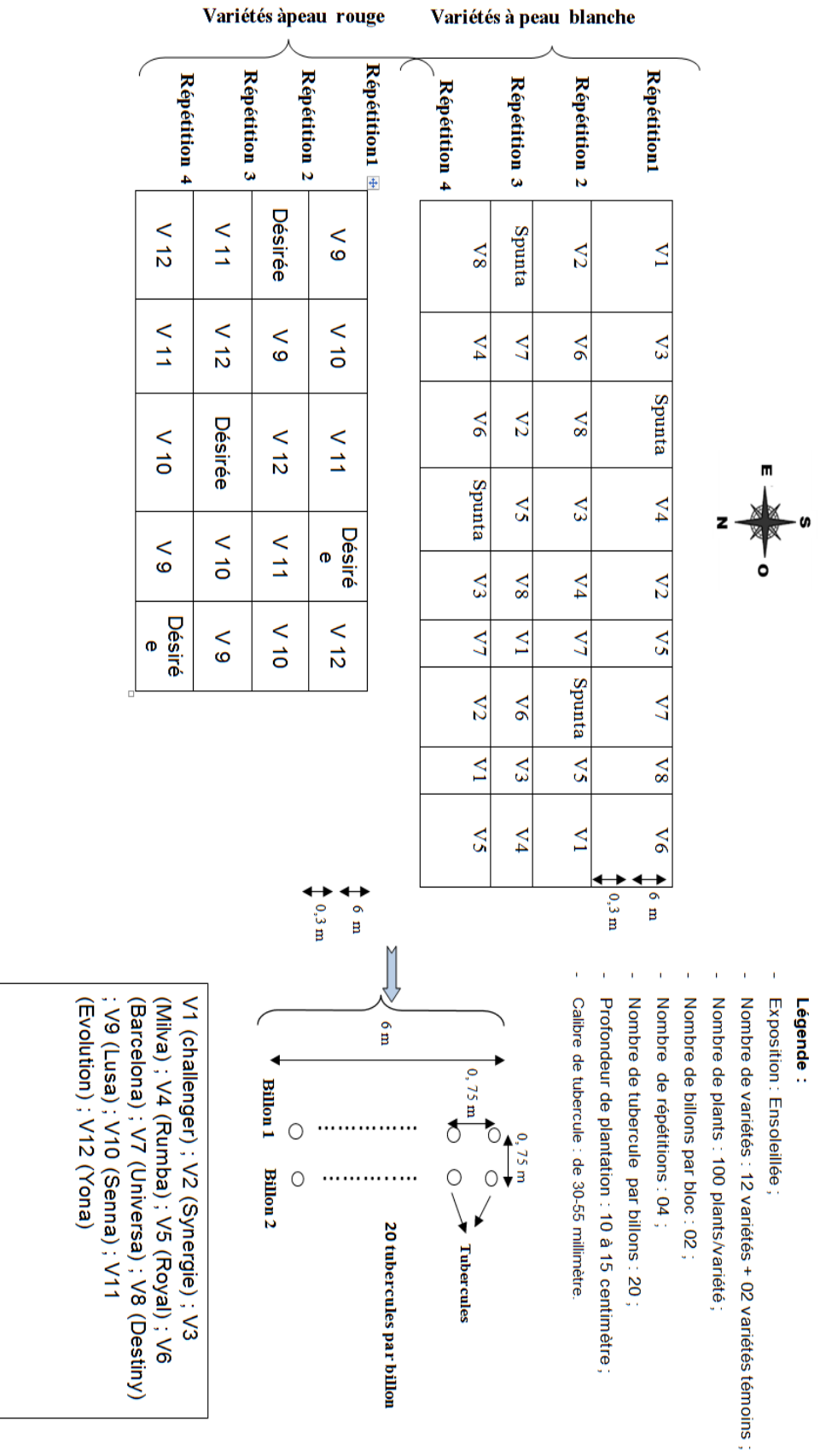


Figure II.15 : Dispositif expérimental de l'essai rendement.

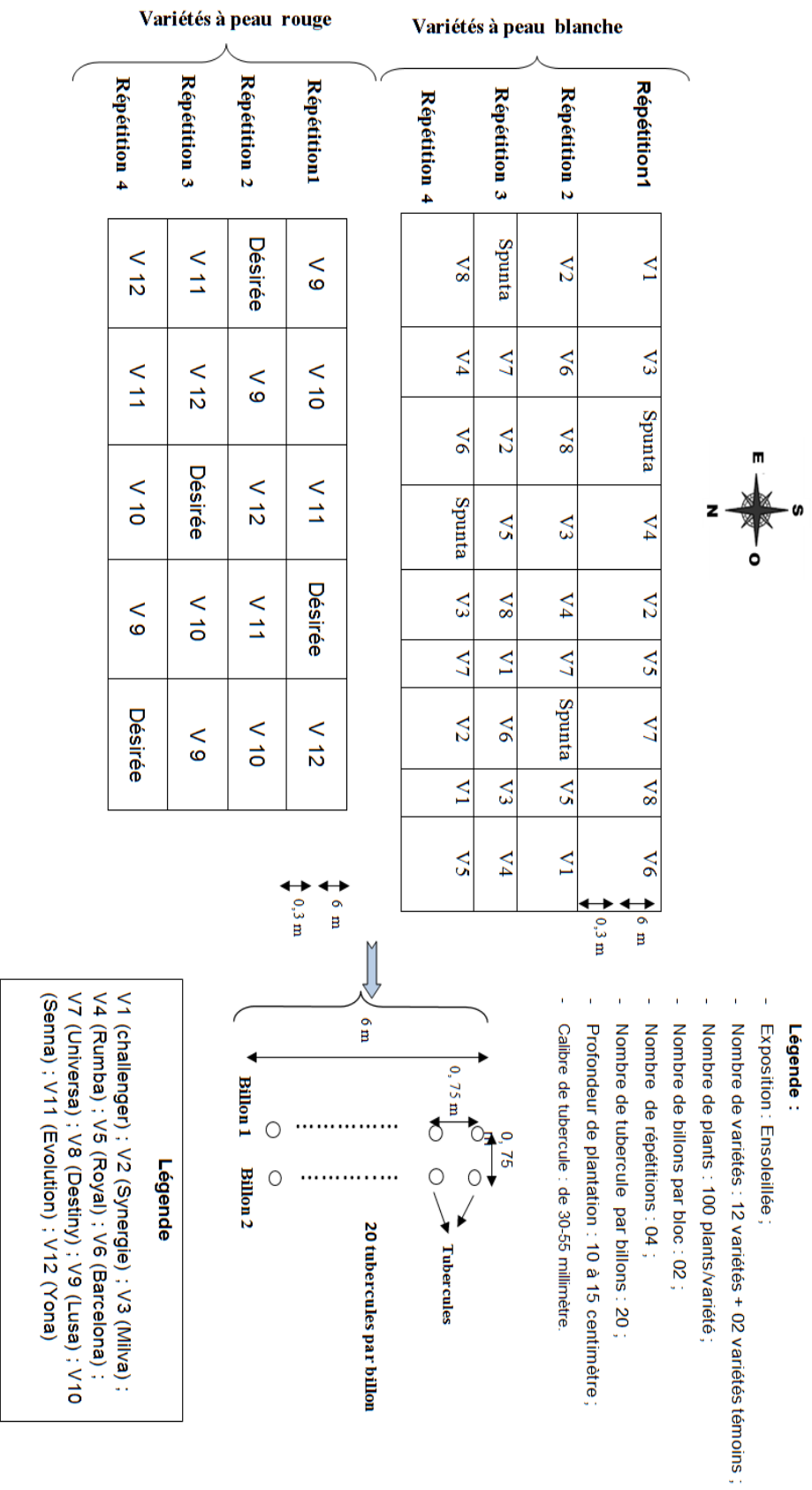


Figure II.16 : Dispositif expérimental de l'essai maladie.

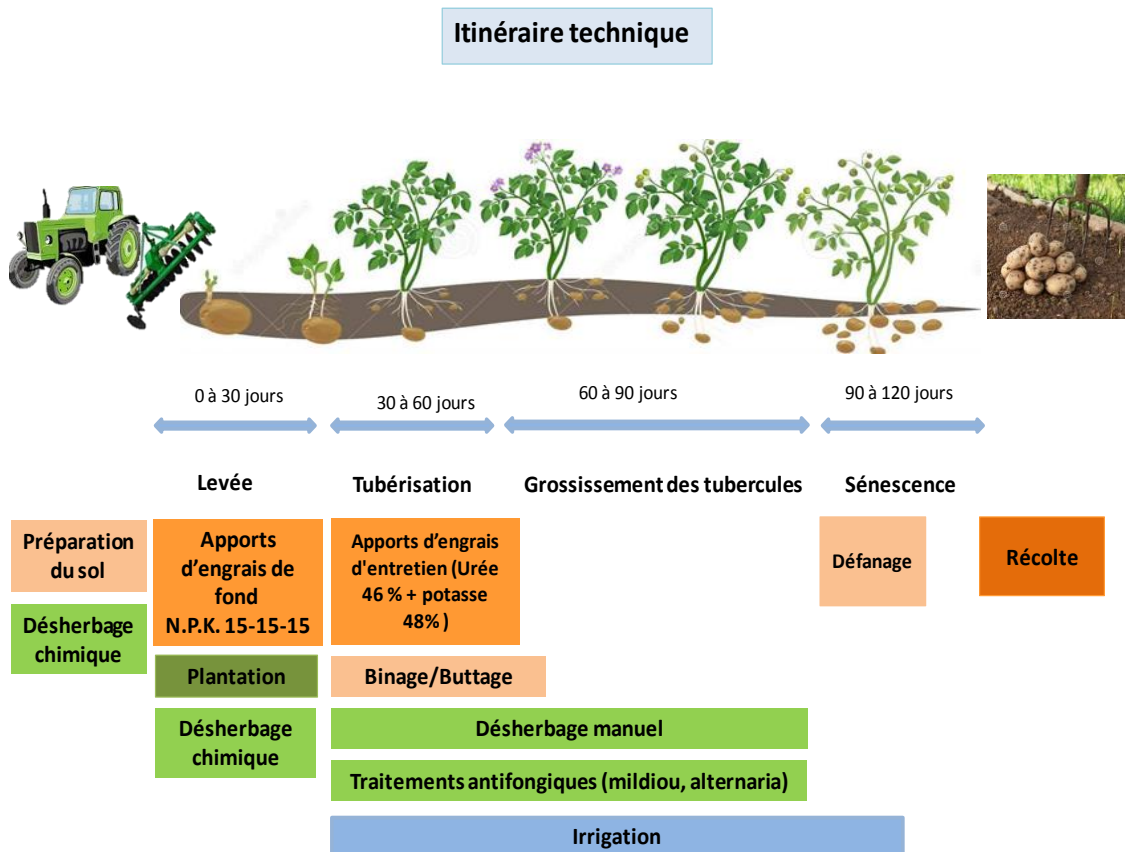


Figure II.17 : Itinéraire technique de la culture de pomme de terre [13].

II.6.1. Travail du sol

La pomme de terre est une plante très exigeante quant à la préparation du sol, il est donc important de favoriser un bon développement des racines (Figure II.18 A). Les différentes opérations culturales sont représentées dans le tableau II.2.

II.6.2. Pré-germination des tubercules et plantation

Les pommes de terre sont cultivées à partir des tubercules ou appelées semences. Ces derniers sont mis à germer trois semaines avant la plantation, afin d'obtenir plusieurs germes par tubercule, et pour accélérer la levée. Le principe consiste à mettre les tubercules dans des caisses, à un endroit sec, frais, éclairé, aéré, et à une température ambiante à l'abri des rayons solaires (Figure II.18 B).

La plantation des semences de pomme de terre a été effectuée manuellement. La terre doit être ameublie en profondeur et bien affinée. Les tubercules sont installés avec le germe vers le haut, bien couverts par la terre en évitant de le casser (Figure II.18 C). Les dates des plantations sont rapportées sur le tableau II.3.

Tableau II.2 : Les différentes opérations culturales pour la préparation du sol.

Opérations culturales	Littoral	Plaine	Hauts plateaux
Désherbage chimique	31/12/2012	06/01/2013	27/02/2013
	29/12/2013 (deux essais)	28/12/2014 (deux essais)	28/02/2014 (deux essais)
Labour profond réalisé à une profondeur entre 25 et 40 cm avec une charrue à disque	19/11/2012	17/12/2012	17/03/2013
	17/11/2013 (deux essais)	18/12/2013 (deux essais)	17/03/2014 (deux essais)
Discage + recroisage	03/01/2013	05/02/2013	05/04/2013
	02/01/2014 (deux essais)	01/02/2014 (deux essais)	01/04/2014 (deux essais)
Nivelage (Herse): cultivateur à 11 dents) + Rayonnage	06/01/2013	05/02/2013	05/04/2013
	09/01/2014 (deux essais)	04/02/2014 (deux essais)	05/04/2014 (deux essais)
Épandage d'engrais de fond : N.P.K. 15-15-15 (à raison de 600 g/ billon)	06/01/2013	06/02/2013	06/04/2013
	09/01/2014 (deux essais)	04/02/2014 (deux essais)	05/04/2014 (deux essais)

Tableau II.3 : Dates des plantations.

Littoral	Plaine	Hauts Plateaux
06/01/2013	06/02/2013	06/04/2013
09/01/2014	04/02/2014	05/04/2014

II.6.3. Travaux d'entretiens

Des travaux d'entretiens ont été nécessaires pour le bon développement de la culture et ont été appliqués pour les deux expérimentations à savoir le

désherbage, la fertilisation et l'application de traitements chimiques, les opérations de binage et buttage, et le défanage (figure II.18 A à H).



Figure II.18 : Travaux d'entretien et récoltes au niveau des parcelles de pomme de terre des sites d'étude.

II.6.3.1. Désherbage

Le désherbage consiste à limiter l'envahissement de la parcelle par les adventices qui concurrencent la culture de pomme de terre en utilisant les ressources du sol à savoir l'eau et les éléments minéraux, et la lumière.

Il est à signaler que malgré l'utilisation des herbicides, certaines espèces persistantes telles que le Cyperus (*Cyperus esculentus*) et le chiendent (*Elymus repens*), sont arrachées manuellement.

L'herbicide utilisé est Sencor[®] métribuzine à raison de 250 gr/400 litre, par une pulvérisation mécanique (Figure II.18 D). Les dates d'applications sont portées sur le tableau II.4.

II.6.3.2. Fertilisation

La pomme de terre a le plus souvent besoin d'apports d'engrais en complément des fournitures du sol pour satisfaire ses besoins nutritionnels. Pour ces essais l'engrais utilisé est le mélange d'Urée 46 à raison de 100 g/billon et de potasse en poudre 48%, par une pulvérisation mécanique. Les dates d'apports d'engrais sont portées sur le tableau II.5.

Tableau II.4 : Dates des désherbages chimiques (essai rendement et maladie).

Littoral	Plaines	Hauts plateaux
11/02/2013	13/03/2013	07/05/2013
12/02/2014	11/03/2014	08/05/2014

Tableau II.5 : Dates d'épandage d'engrais (essai rendement et maladie).

Littoral	Plaines	Hauts plateaux
11/03/2013	13/04/2013	07/06/2013
12/03/2014	11/04/2014	08/06/2014

II.6.3.3. Traitements chimiques

Les maladies cryptogamiques ont été favorisées par les pluies et les températures élevées et les taux d'humidités rencontrées durant les différents cycles de développement de la culture de pomme de terre, d'autant plus que des irrigations d'appoints ont été réalisées pendant les campagnes d'étude.

Les traitements antifongiques consistent à éliminer ou limiter le développement des champignons. Ils ont été utilisés à partir de 60 jours après la plantation. Ils sont appliqués surtout contre le mildiou (*Phytophthora infestans*) et l'alternaria (*Alternaria solani*) (Figure II.18 E). Les traitements ont été appliqués par une pulvérisation mécanique selon les doses et les dates mentionnées dans le tableau II.6.

Tableau II.6 : Traitements chimiques utilisés (essai rendement).

Traitements	Littoral	Plaine	Hauts plateaux
Insecticide ELECTRA [®] + fongicide MANCO [®]	20/03/2013 23/03/2014	30/04/2013 29/04/2014	28/05/2013 26/05/2014
Insecticide CALYPSO [®] + fongicide FOLIO GOLD [®]	03/04/2013 06/04/2014	12/05/2013 14/05/2014	09/06/2013 07/06/2014
Insecticide DECIS [®] + fongicide REVUS [®] /16I	21/04/2013 28/04/2014	29/05/2013 28/05/2014	26/06/2013 30/06/2014

II.6.3.4. Binage et buttage

Un binage après la levée a été réalisé à la houe pour éliminer les adventices et aérer le sol, et ceci dans des conditions où le ciel était couvert pour éviter le risque de gel (Figure II.18 F). Les dates de binage sont mentionnées dans le tableau II.7.

Tableau II.7 : Dates de binage et buttage (essai rendement et maladie).

Littoral		Plaines		Hauts plateaux	
Binage	Buttage	Binage	Buttage	Binage	Buttage
11/03/2013	14/04/2013	13/04/2013	12/05/2013	07/06/2013	03/07/2013
12/03/2014	10/04/2014	11/04/2014	13/05/2014	08/06/2014	30/06/2014

On a procédé au buttage (tableau II.7) à environ cinquante (50) jours après la plantation. Le principe consiste à remonter la terre autour des pieds. Cette opération favorise la formation des tubercules et leur développement, limite le risque de leur verdissement, et réduit les risques d'infection par le mildiou.

II.6.3.5. Irrigation

L'irrigation permet un meilleur rendement. Mais le développement des maladies cryptogamiques reste un des soucis à prendre en compte. Ainsi, il est déconseillé d'arroser les feuilles pour limiter les risques d'attaques. L'irrigation est réalisée par aspersion (Figure II.18 G) et selon le besoin durant le stade de développement, pendant les périodes de levée pluies de mois, à la Tubérisation (deux irrigations par semaine) au Grossissement des tubercules (deux irrigations par semaine) et à la Sénescence (Une à deux irrigations)

II.6.3.6. Défanage

Il est réalisé une quinzaine de jours avant la récolte. Il consiste à couper les tiges, en les fauchant pour une meilleure conservation des tubercules de pommes de terre, pour stopper leur grossissement, et pour permettre ainsi la formation d'un épiderme résistant (Figure II.18 H). Les dates des défanages sont mentionnées dans le tableau II.8.

Tableau II.8 : Dates des défanages (essai rendement et maladie).

Sites	Dates des défanages
Littoral	28/05/2013
	25/05/2014
Plaines	12/06/2013
	13/06/2014
Hauts plateaux	22/07/2013
	20/07/2014

II.6.4. Récolte

La maturité des tubercules de pomme de terre dépend de la variété et de la durée du cycle de développement. Ainsi, elle est de 90 jours pour les variétés précoces et 120 jours pour les variétés tardives.

On a procédé à la récolte à 120 jours pour que toutes les variétés arrivent à pleine maturité. La récolte est réalisée manuellement et en conditions sèches. Un arrachage délicat des pieds avec une fourche-bêche pour ne pas abîmer les tubercules qui sont déterrés directement a été effectué. Les dates des récoltes sont mentionnées dans le tableau II.9.

Tableau II.9 : Dates des récoltes (essai rendement et maladie).

Littoral	Plaines	Hauts plateaux
05/06/2013	01/07/2013	01/08/2013
03/06/2014	30/06/2014	31/07/2014

II.7. Paramètres étudiés et méthodes d'évaluation

Les paramètres étudiés sur les deux essais ont porté sur le paramètre rendement des variétés introduites testées en comparaison avec les variétés témoins dans les conditions optimales (essai rendement), ainsi que le paramètre comportement de ces variétés vis-à-vis des maladies en comparaison également avec les variétés témoins. L'évaluation de ces deux paramètres a été établie à travers des notations effectuées au champ.

II.7.1. Rendement estimé

Le rendement a été déterminé à partir de la pesée des tubercules récoltés au niveau pour chacune des quatre répétitions. Les rendements moyens des variétés testées et témoins ont été calculés par rapport à la moyenne des quatre répétitions. L'indice de rendement (IR) a été calculé selon le rapport du rendement

moyen pour une variété donnée par rapport au rendement moyen des variétés des témoins selon la formule suivante :

$$\text{I.R. (\%)} = \frac{\text{Rdt. Moyen de la variété}}{\text{Rdt. Moyen des témoins}} \times 100$$

Avec: I.R. (%) : Indice de rendement en pourcentage et Rdt.(q/ha) :Rendement en quintaux par hectares. Le rendement de la variété est élevé si $\text{I.R.} \geq 100\%$, le rendement de la variété est moyen $80\% \leq \text{I.R.} \leq 100\%$ et il est faible si $\text{I.R.} \leq 80\%$.

II.7.2. Notations au champ des maladies et ravageurs

Ces notations sont effectuées au niveau de l'essai maladies. Elles traduisent les observations visuelles du degré d'attaque des variétés par les maladies dans les conditions naturelles de contamination. Les maladies observées sont les maladies virales (Mosaiques et enrroulement), les maladies bactériennes (Jambe noire) et les maladies cryptogamiques (Mildiou, Alternaria et Rhizoctonia). Les ravageurs potentiellement importants pris en considération sont la teigne de la pomme de terre et la mineuse de la tomate appartenant à l'ordre des Lépidoptères.

II.7.2.1. Caractérisation des maladies et échelles de notation

Le pourcentage d'infection par les maladies est calculé par le comptage du nombre de plants atteints de chacune de ces maladies par rapport aux plants levés dans la parcelle. L'échelle de notations des maladies, varie de 1 à 9 avec ; 1: Très peu sensible, 3: Peu sensible, 5: Assez sensible, 7: Sensible et 9: Très sensible selon les normes d'OEPP.

Les pourcentages d'infection de chaque variété introduite testée sont ensuite comparés à ceux des variétés témoins. Les échelles de notation des maladies virales, bactériennes et cryptogamiques sont reportées respectivement dans le tableau II.10.

Tableau II.10 : Echelle de notation(N) des maladies.

Maladies virales	0%<N>2%	2%<N>5%	5%<N>10%	N> 10%
PRLV	Peu sensible	Assez sensible	Sensible	Très sensible
Enroulement				
PVX Mosaïque légère	Très peu sensible	Peu sensible	Assez sensible	Sensible
PVA Mosaïque légère	Très peu sensible	Peu sensible	Assez sensible	Sensible
PVS Mosaïque légère	Très peu sensible	Peu sensible	Assez sensible	Très sensible
PVY Mosaïque rugueuse	Peu sensible	Assez sensible	Sensible	Très sensible
Maladies bactériennes	0%<N>2%	2%<N>5%	5%<N>10%	N> 10%
Jambe noire	Très peu sensible	Peu sensible	Assez sensible	Sensible
Maladies fongiques	0% <N>5%	5% <N>12%	12% <N>20%	N> 20%
Mildiou	Peu sensible	Assez sensible	Sensible	Très sensible
Alternaria	Très peu sensible	Peu sensible	Assez sensible	Sensible
Rhizoctonia	Très peu sensible	Peu sensible	Assez sensible	Sensible

N: Le pourcentage d'infection. Les échantillons qui possèdent des symptômes de maladies sont caractérisés au niveau de laboratoire pour identifier l'agent

pathogène à partir du milieu PDA et milieu gélosé général pour les maladies fongiques et bactériennes. L'agent responsable des maladies virales a été identifié par le test ELISA (annexe 1 et 2).

II.7.2.2 Déterminations des ravageurs

Les notations des infestations par les ravageurs sont effectuées au niveau de l'essai maladies. Elles concernent des observations visuelles du degré d'attaque des variétés par les ravageurs dans les conditions naturelles de contamination.

II.8. Analyse statistique

Nous avons utilisé deux types d'analyse: l'analyse univariée basée sur une analyse de variance sans les interactions avec le modèle linéaire global, et l'analyse factorielle des correspondances doublée de la classification hiérarchique des variables rendements au niveau des trois régions littorale, plaines et hauts plateaux.. L'exploitation statistique a été réalisée à l'aide des logiciels STATISTICA et PAST.

L'analyse de variance a concerné la comparaison des moyennes de rendements des variétés de pomme de terre introduites et témoins (pris comme variables) sous l'influence d'un facteur donné, afin de tester la différence entre les rendements. Le test de Newman et Keuls avec un risque d'erreur de 5% a été utilisé, pour chaque site étudié et pour chaque tranche de production.

Chapitre III : Résultats et discussion

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Dans cette partie du travail sont présentés en premier lieu les résultats relatifs à l'étude comparative des rendements obtenus avec ou sans traitement phytosanitaire, des différentes variétés de pomme de terre dans les neuf sites expérimentaux, et en second lieu les résultats de la détermination et du classement des maladies et ravageurs par ordre d'apparition dans les parcelles étudiées des différentes zones agroclimatiques respectives.

III.1. Rendements des différentes variétés de pomme de terre testées dans les sites d'étude

Au niveau de tous les essais avec ou sans traitement phytosanitaire, les variétés à peau blanche 'Synergie' 'Challenger' et 'Royal' ont des rendements supérieurs à ceux de la variété témoin 'Spunta' aussi bien en 2013 qu'en 2014. Egalement, la majorité des variétés à peau rouge testées ont présenté des rendements faibles par rapport à ceux de la variété témoin 'Désirée' quel que soit l'année d'étude.

Les variétés à peau blanche 'Milva', 'Destiny' puis 'Rumba' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont produit un rendement nettement plus faible. Pour les variétés à peau rouge, les variétés testées 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin 'Désirée'.

Les meilleurs indices de rendements obtenus ont concerné notamment les variétés à peau blanche, en situation de traitement ou non.

III.1.1. Sites de la zone littorale

Les variations des rendements en pomme de terre (qx/ha) des variétés témoins et introduites testées ainsi que les indices de rendements respectifs enregistrés dans les différents sites étudiés de la zone littorale sont mises en évidence dans les figures III.1, III.2 et III.3.

Dans tous les cas, nous mentionnons les résultats obtenus lorsqu'un traitement phytosanitaire (At) a été effectué ou pas (St).

III.1.1.1. Station expérimentale d'Alger (Bab-Ezzouar)

Les variations des rendements variétaux des deux essais (sans traitement et avec traitement) obtenus en 2013 et 2014 au niveau de la station expérimentale d'Alger, sont regroupés dans le tableau III.1 et la figure III.1.

Dans l'essai où un traitement sanitaire a été effectué, les rendements des variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Royal', évoluent entre 360 qx/ha et 460 qx/ha en 2013 à 370 qx/ha et 465 qx/ha en 2014, particulièrement chez 'Challenger' et 'Synergie'. Les variétés testées 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 180 et 265 qx/ha en 2013, et 190 à 275 qx/ha en 2014, (Tableau III.1, Figure III.1).

Tableau III.1 : Rendement (qx) des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale d'Alger. IR : Indice de Rendement (%), 'Spunta' : variété témoin à peau blanche, 'Désirée' : variété témoin à peau rouge.

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R. At	IR At	R.St	IR St	R.At	IR At	R. St	IR St
Spunta	350		290		335		270	
Challenger	460	131,42	370	127,58	465	138,80	300	111,11
Synergie	425	121,42	335	115,51	430	128,35	295	109,25
Milva	310	88,57	290	100	320	95,52	282	104,44
Rumba	260	74,28	240	82,75	250	74,62	225	83,33
Royal	360	102,85	310	106,89	370	110,44	305	112,96
Barcelona	250	71,42	220	75,86	255	76,11	215	79,62
Universa	260	74,28	240	82,75	268	80	225	83,33
Destiny	265	75,71	255	87,93	270	80,59	230	85,18
Désirée	320		280		315		250	
Lusa	180	56,25	180	64,28	190	60,31	175	70
Senna	190	59,37	190	67,85	200	63,49	185	74
Evolution	270	84,37	260	92,8	280	88,88	260	104
Yona	265	82,81	245	87,5	275	87,30	255	102

Les variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Royal' ont des rendements respectifs de 131,42 à 138,8 qx/ha; 121,42 à 128,35 qx/ha et 102,85 à 110,44qx/ha, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.1).

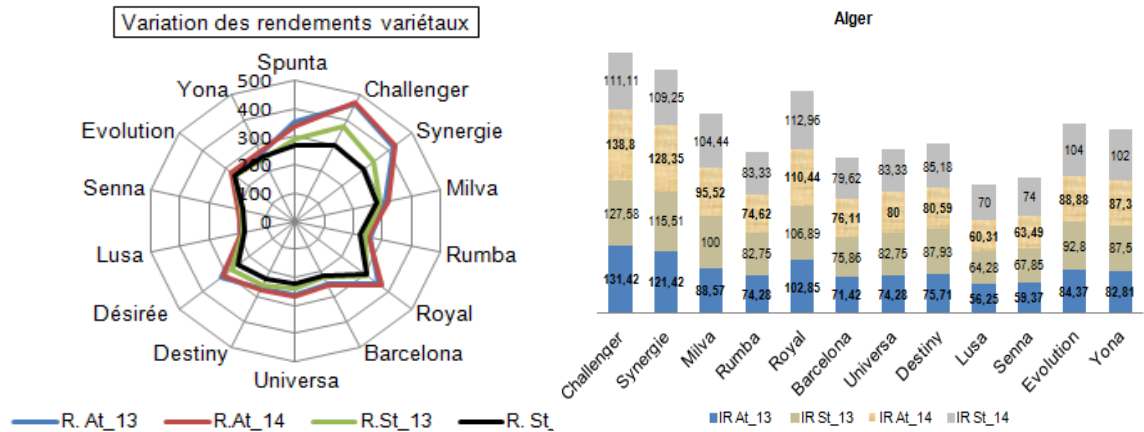


Figure III.1 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale d'Alger (2013-2014).

III.1.1.2. Station expérimentale de Skikda (El Harrouch)

Les valeurs des rendements et indices de rendement variétaux obtenus en 2013 et 2014 à Skikda sont indiqués dans le tableau III.2 et la figure III.2.

Tableau III.2 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Skikda (2013-2014).

Variétés	<u>Année 2013</u>				<u>Année 2014</u>			
	R. (At) (IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	345		285		315		275	
Challenger	450	130,43	350	122,80	455	144,44	340	123,63
Synergie	410	118,84	320	112,28	420	133,33	310	112,72
Milva	305	88,40	300	105,26	310	98,41	295	107,27
Rumba	245	71,01	230	80,70	250	79,36	220	80
Royal	350	101,44	300	105,26	360	114,28	300	109,09
Barcelona	245	71,01	230	80,70	250	79,36	210	76,36
Universa	255	73,91	235	82,45	260	82,53	215	78,18
Destiny	250	72,46	240	84,21	255	80,95	235	85,45
Désirée	310		280		305		270	
Lusa	160	51,61	155	55,35	170	55,73	155	57,40
Senna	175	56,45	160	57,14	180	59,01	170	62,96
Evolutions	310	100	305	108,92	320	104,91	295	109,25
Yona	290	93,54	280	100	300	98,36	280	103,70

Chez les variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Royal', les rendements évoluent entre 350 qx/ha et 450 qx/ha en 2013 à 360 qx/ha et 455 qx/ha en 2014, particulièrement chez 'Challenger' et 'Synergie'. Les variétés 'Milva', 'Destiny' puis 'Rumba' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont manifesté un rendement nettement plus faible (tableau III.2, figure III.2).

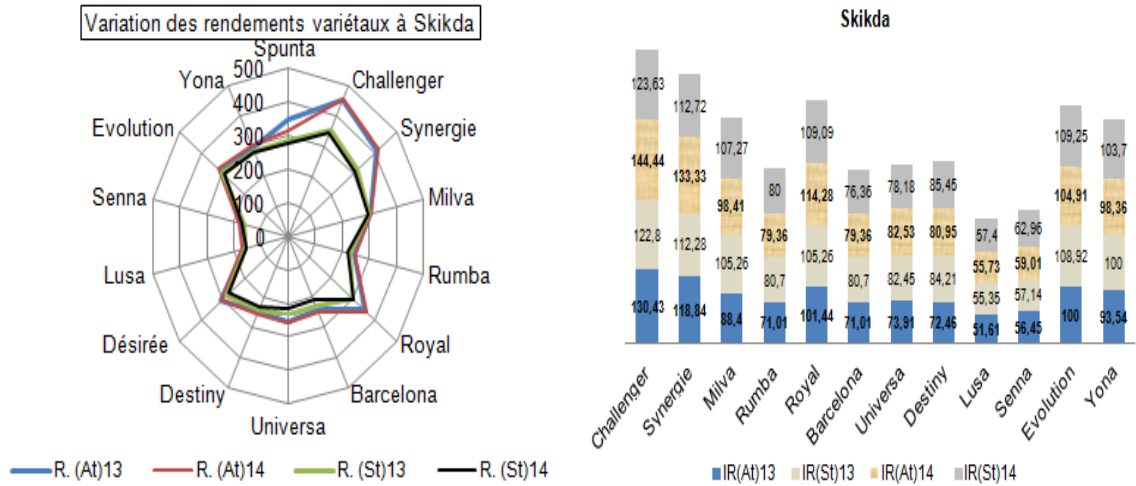


Figure III.2 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Skikda (2013-2014).

Les variétés testées 'Lusa', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements qui oscillent entre 160 et 290 qx/ha en 2013, et 170 à 300 qx/ha en 2014. On peut remarquer que les rendements de la variété 'Yona' se rapprochent relativement de ceux de la variété 'Désirée'. Enfin, la variété 'Evolution' a donné un rendement égale ou supérieur à celui obtenu avec le témoin (tableau III.2, figure III.2).

Les indices de rendements des variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Royal' varient respectivement de 130,48 qx/ha à 144,44 qx/ha; 118,84 qx/ha à 133,33 qx/ha et 101,44 qx/ha à 114,28 qx/ha, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.2).

III.1.1.3. Station de Mostaganem (Sirat)

Dans le tableau III.3 et la figure III.3, figurent les valeurs des rendements et leurs indices pour les différentes variétés de pomme de terre testées obtenus à Mostaganem.

Les rendements chez les pommes de terre traitées évoluent entre 340 qx/ha et 460 qx/ha en 2013 à 355 qx/ha et 470 qx/ha en 2014, particulièrement

chez 'Challenger' et 'Synergie'. Comme pour les autres sites du littoral, les variétés 'Milva', 'Destiny' puis 'Rumba' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont manifesté un rendement nettement plus faible.

Tableau III.3 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mostaganem (2013-2014).

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	335		280		340		290	
Challenger	460	137,31	390	139,28	470	138,23	380	131,03
Synergie	430	128,35	350	125	450	132,35	370	127,58
Milva	290	86,56	280	100	300	88,23	290	100
Rumba	250	74,62	230	82,14	250	73,52	235	81,03
Royal	340	101,49	310	110,71	355	104,41	300	103,44
Barcelona	225	67,16	220	78,57	228	67,05	210	72,41
Universa	235	70,14	225	80,35	245	72,05	225	77,58
Destiny	230	68,65	210	75	240	70,58	210	72,41
Désirée	302		270		300		265	
Lusa	152	50,33	145	53,70	158	52,66	130	49,05
Senna	180	59,60	170	62,96	190	63,33	170	64,15
Evolutions	250	82,78	235	87,03	255	85	235	88,67
Yona	260	86,09	255	94,44	267	89	260	98,11

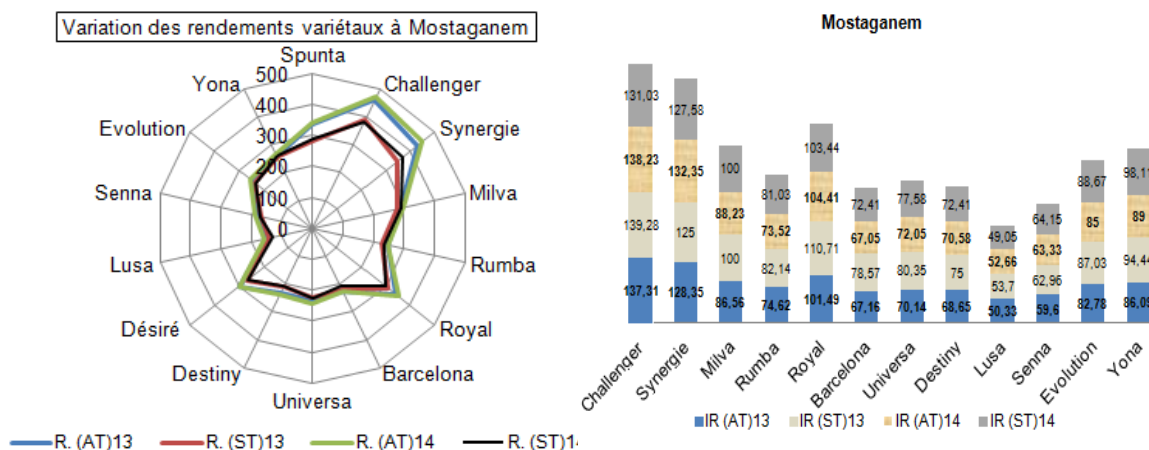


Figure III.3 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Mostaganem (2013-2014).

Les variétés testées 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin 'Désirée' avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 152 et 260 qx/ha en 2013, et 158 à 267 qx/ha en 2014. On peut remarquer que les rendements de la variété 'Yona' se rapprochent relativement de ceux de la variété 'Désirée' contrairement à ceux de tout le reste des variétés à peau rouge (tableau III.3, figure III.3). Au niveau de tous les essais sans traitement phytosanitaire, les mêmes variétés à peau blanche 'Synergie' 'Challenger' et 'Royal' ont des rendements supérieurs à ceux de la variété témoin 'Spunta' aussi bien en 2013 qu'en 2014. En outre, les variétés à peau rouge testées ont présenté des rendements faibles par rapport à ceux de la variété témoin 'Désirée' quelques soit l'année. Les meilleurs indices de rendements obtenus ont concerné les variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Royal' avec des valeurs respectives de 137,31 à 138,23 qx/ha; 128,35 à 132,35 qx/ha et 101,49 à 104,41 qx/ha, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.3).

III.1.2. Sites de la zone des plaines

Les variations des rendements en pomme de terre des variétés témoins et introduites testées ainsi que les indices de rendements respectifs enregistrés dans les différents sites étudiés de la zone des plaines sont mises en évidence dans les figures III.4, III.5 et III.6.

III.1.2.1. Station de Ain Defla (Bir Ouled Khelifa)

Les rendements et indices de rendement des variétés de pomme de terre étudiés obtenus au niveau de la station de Ain Defla durant les deux années sont indiqués dans le tableau III.4 et la figure III.4.

Chez les variétés 'Synergie', 'Challenger' et 'Milva', les rendements évoluent entre 360 qx/ha et 425 qx/ha en 2013 à 365 qx/ha et 450 qx/ha en 2014, particulièrement chez 'Challenger' et 'Synergie'. Les variétés 'Royal', 'Destiny' puis 'Rumba' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont manifesté un rendement nettement plus faible, en situation de traitement phytosanitaire.

Pour les variétés à peau rouge, toutes les variétés testées 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin 'Désirée' avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 155 et 265 qx/ha en 2013, et 145 à 280 qx/ha en 2014, (tableau III.4, figure III.4).

Tableau III.4 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Aïn Defla (2013-2014).

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	352		282		360		300	
Challenger	425	17,43	380	134,75	427	118,61	390	130
Synergie	440	125	370	131,20	450	125	375	125
Milva	360	102,27	360	127,65	365	101,38	355	118,33
Rumba	280	79,54	270	95,74	287	79,72	260	86,66
Royal	290	82,38	280	99,29	292	81,11	285	95
Barcelona	230	65,34	220	78,01	233	64,72	210	70
Universa	245	69,6073	235	83,33	240	66,66	235	78,33
Destiny	250	71,02	240	85,10	260	72,22	245	81,66
Désirée	325		280		315		290	
Lusa	155	47,69	145	51,78	145	46,03	150	51,72
Senna	175	53,84	160	57,14	180	57,14	170	58,62
Evolution	265	81,53	240	85,71	280	88,88	260	89,65
Yona	250	76,92	235	83,92	260	82,53	240	82,75

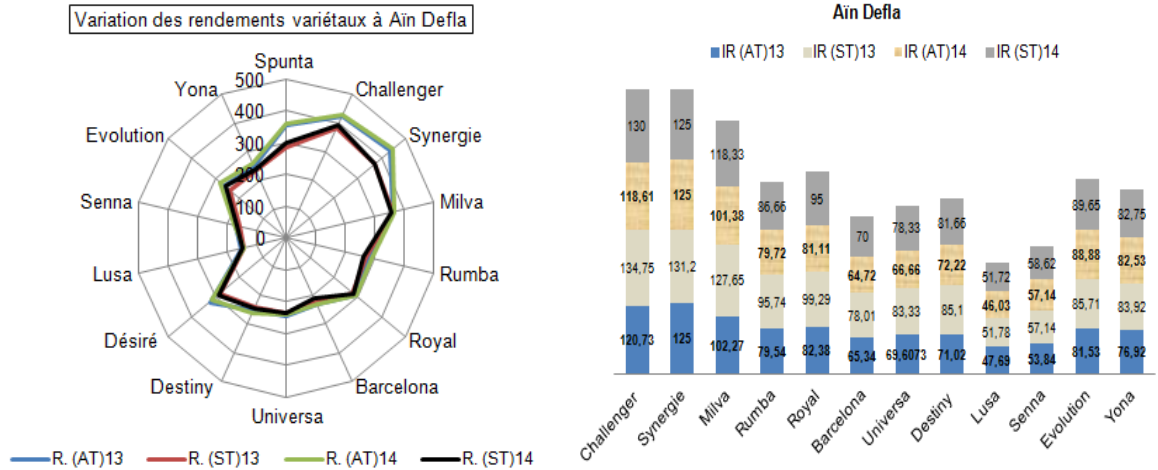


Figure III.4 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Aïn Defla (2013-2014).

Au niveau de tous les essais sans traitement phytosanitaire, les mêmes variétés à peau blanche 'Synergie' 'Challenger' et 'Royal' ont des rendements supérieurs que ceux de la variété témoin 'Spunta' aussi bien en 2013 qu'en 2014. Egalement, les variétés à peau rouge testées ont présenté des rendements faibles par rapport à ceux de la variété témoin 'Désirée' quelque soit l'année d'étude. Les meilleurs indices de rendements obtenus ont concerné notamment les variétés à peau blanche, par ordre d'importance ceux des variétés 'Synergie', 'Challenger' et 'Milva' avec des valeurs respectives de 125 qx/ha ; 118,61 à 120,73 qx/ha et 101,38 à 102,27 qx/ha, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.4).

III.1.2.2. Station de Mila (Ain Beida harriche)

Les rendements des variétés de pomme de terre étudiées et leurs indices obtenus au niveau de la station de Mila à travers les deux essais en 2013 et 2014 sont regroupés dans le tableau III.5 et la figure III.5.

Dans l'essai où un traitement sanitaire a été effectué, les rendements évoluent entre 345 qx/ha et 440 qx/ha en 2013 à 370 qx/ha et 436 qx/ha en 2014,

particulièrement chez 'Challenger', 'Synergie' et 'Milva'. Les variétés 'Royal', 'Destiny' puis 'Rumba' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont manifesté un rendement nettement plus faible.

Tableau III.5 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mila (2013-2014).

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	330		260		309		255	
Challenger	440	133,3 3	360	138,46	436	141,10	320	125,49
Synergie	410	124,2 4	340	130,76	426	137,86	300	117,64
Milva	345	104,5 4	300	115,38	370	119,74	325	127,45
Rumba	225	68,18	210	80,76	245	79,28	200	78,43
Royal	275	83,33	275	105,76	280	90,61	210	82,35
Barcelona	235	71,21	235	90,38	230	74,43	195	76,47
Universa	240	72,72	210	80,76	242	78,31	210	82,35
Destiny	245	74,24	220	84,61	260	84,14	215	84,31
Désirée	305		260		302		250	
Lusa	175	57,37	158	60,76	175	57,94	155	62
Senna	178	58,36	160	61,53	170	56,29	160	64
Evolution	290	95,08	250	96,15	275	91,05	250	100
Yona	285	93,44	240	92,302	300	99,33	240	96

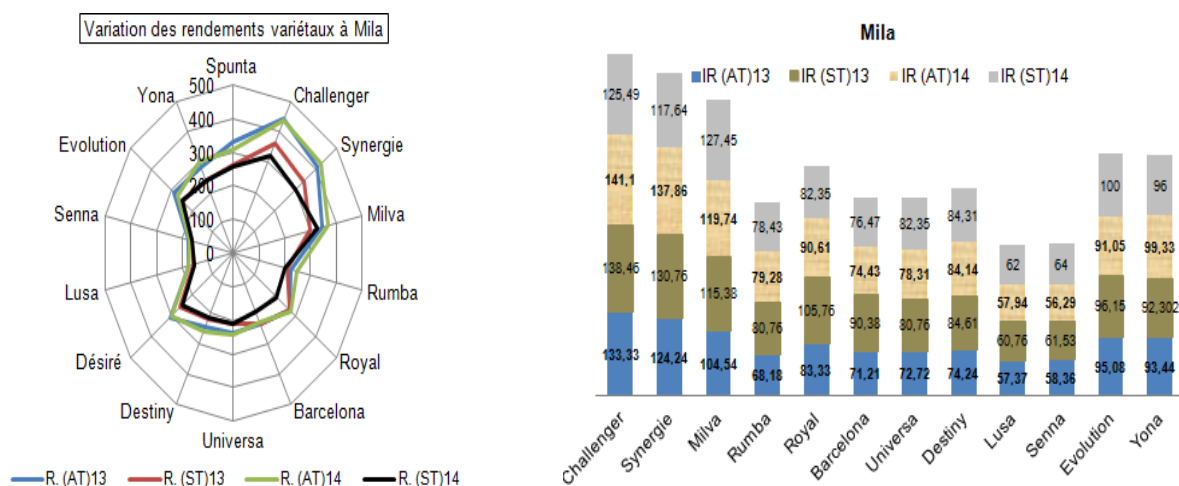


Figure III.5 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Mila (2013-2014).

Pour les variétés à peau rouge, toutes les variétés testées 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin 'Désirée' avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 175 et 285 qx/ha en 2013, et 175 à 300 qx/ha en 2014. On peut remarquer que les rendements de la variété 'Yona' et 'Evolution' se rapprochent relativement de ceux de la variété 'Désirée' contrairement à ceux de tout le reste des variétés à peau rouge (tableau III.5, figure III.5).

Les meilleurs indices de rendements obtenus ont concerné notamment les variétés à peau blanche, par ordre d'importance ceux des variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Milva' avec des valeurs respectives de 133,33 à 141,10 qx/ha; 124,24 à 137,86 qx/ha et 104,54 à 119,74 qx/ha, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.5).

III.1.2.3. Station de Mascara (Ghriss)

Les valeurs des rendements et indices de rendement variétaux de pomme de la station de Mascara obtenus durant les deux années 2013 et 2014 sont consignés dans le tableau III.6 et la figure III.6.

Tableau III.6 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mascara (2013-2014).

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	360		270		355		310	
Challenger	453	125,83	350	129,62	470	132,39	400	129,03
Synergie	450	125	345	127,77	475	133,80	395	127,41
Milva	365	101,38	295	109,25	380	107,04	355	114,51
Rumba	250	69,44	220	81,48	270	76,05	250	80,64
Royal	280	77,77	260	96,29	285	80,28	270	87,09
Barcelona	250	69,44	240	88,88	255	71,83	250	80,64
Universa	240	66,66	225	83,33	242	68,16	230	74,19
Destiny	245	68,05	235	87,03	247	69,57	240	77,41
Désirée	340		272		335		290	
Lusa	190	55,88	190	69,85	195	58,20	170	58,62
Senna	160	47,05	160	58,82	160	47,76	140	48,27
Evolution	255	75	255	93,75	280	83,58	250	86,20
Yona	245	72,05	245	90,07	270	80,59	240	82,75

Dans l'essai où un traitement sanitaire a été effectué, les variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Milva' ont présenté un rendement fluctuant entre 365 qx/ha et 453 qx/ha en 2013 à 380 qx/ha et 470 qx/ha en 2014, particulièrement chez 'Challenger' et 'Synergie'. Les variétés 'Royal', 'Destiny' puis 'Rumba' avec 'Barcelona' puis 'Universa' ont manifesté un rendement nettement plus faible.

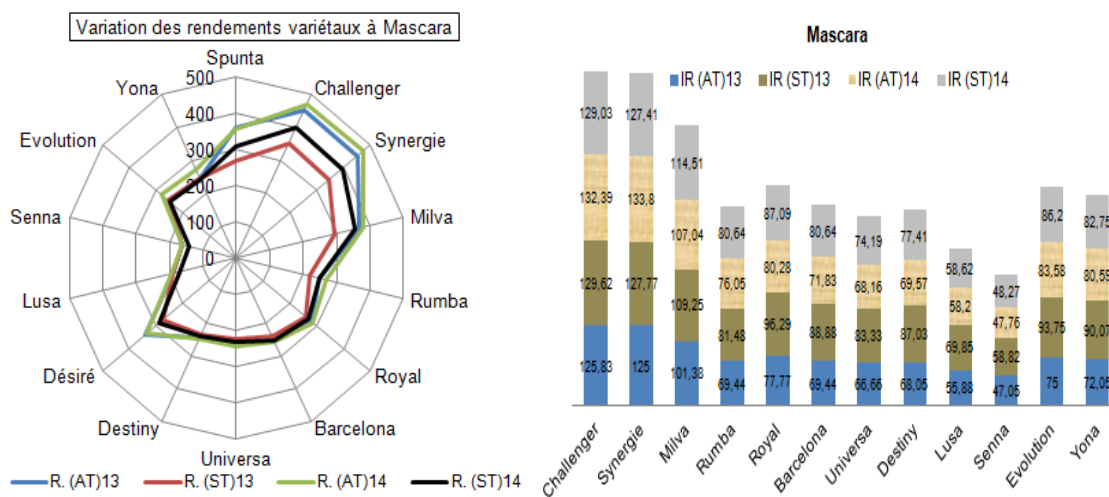


Figure III.6 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Mascara (2013-2014).

Les variétés testées à peau rouge ‘Lusa’, ‘Evolution’, ‘Senna’ et ‘Yona’ ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin ‘Désirée’ avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 160 et 255 qx/ha en 2013, et 160 à 280 qx/ha en 2014. On peut remarquer que les rendements de la variété ‘Evolution’ et ‘Yona’ se rapprochent relativement de ceux de la variété ‘Désirée’ contrairement à ceux de tout le reste des variétés à peau rouge (tableau III.6, figure III.6). Les meilleurs indices de rendements obtenus ont concerné ceux des variétés ‘Challenger’, ‘Synergie’ et ‘Royal’ avec des valeurs respectives de 125,88 à 132,39 qx/ha ; 125 à 133,80 qx/ha et 101,38 à 17,04 qx/ha, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.6).

III.1.3. Sites de la zone des hauts plateaux

Les variations des rendements variétaux et les indices de rendements en pomme de terre respectifs de la zone es hauts plateaux sont mis en évidence dans les figures III.7, III.8 et III.9.

III.1.3.1. Station de Bouira (Ain Bessem)

Les valeurs de rendements obtenus à Bouira en 2013 et 2014 sont mentionnés dans le tableau III.7 et la figure III.7.

Tableau III.7 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Bouira (2013-2014).

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	340		270		342		280	
Challenger	415	122,05	315	116,66	450	131,57	365	130,35
Synergie	415	122,05	295	109,25	425	124,26	365	130,35
Milva	290	85,29	280	103,70	300	87,719	255	91,07
Rumba	295	86,76	295	109,25	305	89,18	255	91,07
Royal	250	73,52	245	90,74	250	73,09	235	83,92
Barcelona	275	80,88	275	101,85	295	86,25	260	92,85
Universa	265	77,94	240	88,88	280	81,87	245	87,5
Destiny	260	76,47	250	92,59	260	76,02	260	92,85
Désirée	304		260		321		270	
Lusa	150	49,34	150	57,69	150	46,72	135	50
Senna	165	54,27	145	55,76	170	52,95	155	57,40
Evolution	260	85,52	250	96,15	285	88,78	250	92,59
Yona	260	85,52	250	96,15	280	87,22	255	94,44

Dans l'essai où un traitement sanitaire a été effectué, les variétés 'Challenger' et 'Synergie' ont présenté un meilleur rendement que la variété témoin 'Spunta', Les rendements évoluent de 415 qx/ha en 2013 à 425 qx/ha et de 450 qx/ha en 2014, particulièrement chez 'Challenger' et 'Synergie'. Les variétés 'Milva', 'Destiny' puis 'Rumba' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont manifesté un rendement nettement plus faible.

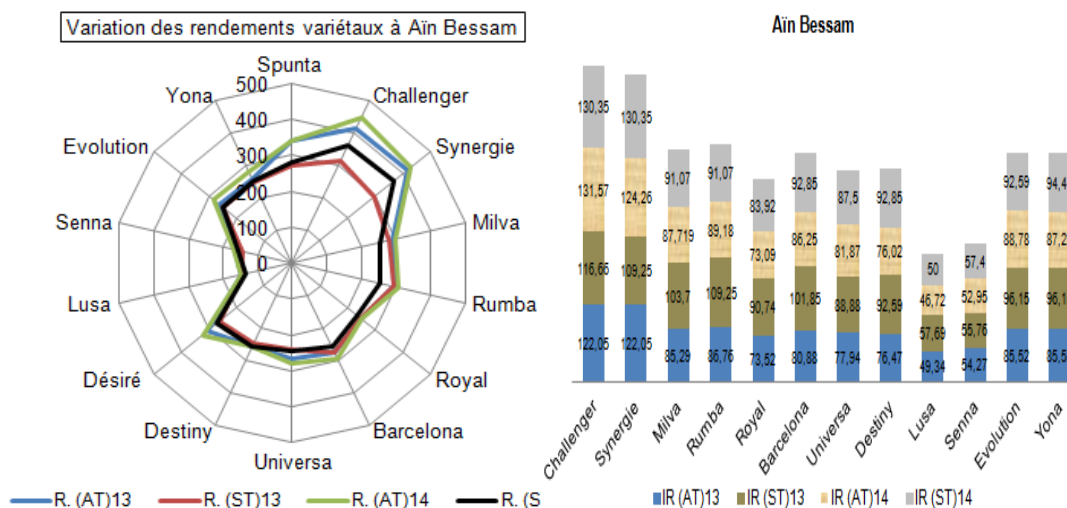


Figure III.7 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Bouira (2013-2014).

Les variétés testées 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin 'Désirée' avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 150 et 260 qx/ha en 2013, et 150 à 285 qx/ha en 2014.

Les mêmes variétés à peau blanche 'Synergie' et 'Challenger' ont des rendements supérieurs que ceux de la variété témoin 'Spunta' aussi bien en 2013 qu'en 2014, au niveau de tous les essais sans traitement phytosanitaire.

Les meilleurs indices de rendements obtenus ont concerné notamment les variétés à peau blanche, par ordre d'importance ceux des variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Royal' avec des valeurs respectives de 122,05 à 131,57 qx/ha et 122,05 à 124,26 qx/ha, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.7).

III.1.3.2. Station de Tiaret (Mahdia)

Les rendements et indice de rendement des variétés de pomme de terre témoins et testées obtenus au niveau de la station de Tiaret durant les deux années 2013 et 2014 des deux essais (sans traitement et avec traitements), sont regroupés dans le tableau III.8 et la figure III.8.

Tableau III.8 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale de Mascara (2013-2014)

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	325		265		312		270	
Challenger	405	124,61	305	115,09	412	132,05	345	127,77
Synergie	390	120	300	113,20	400	128,20	330	122,22
Milva	280	86,15	280	105,66	287	91,98	270	100
Rumba	285	87,69	285	107,54	290	92,94	280	103,70
Royal	245	75,38	225	84,90	245	78,52	225	83,33
Barcelona	265	81,53	250	94,33	275	88,14	245	90,74
Universa	245	75,38	240	90,56	245	78,52	235	87,03
Destiny	255	78,46	235	88,67	255	81,73	250	92,59
Désirée	295		255		295		265	
Lusa	145	49,15	145	56,86	142	48,13	145	54,71
Senna	150	50,84	150	58,82	155	52,54	150	56,60
Evolution	265	89,83	255	100	270	91,52	245	92,45
Yona	255	86,44	245	96,07	272	92,20	250	94,33

Dans l'essai avec traitement sanitaire a été effectué, les variétés 'Challenger' et 'Synergie' ont présenté un meilleur rendement que la variété témoin 'Spunta', d'autant plus élevé en 2014 que durant l'année 2013, (tableau III.8, figure III.8). Chez ces variétés, les rendements évoluent entre 390 qx/ha et 405 qx/ha en 2013 à 400 qx/ha et 412 qx/ha en 2014, particulièrement chez 'Challenger' et 'Synergie'. Les variétés 'Rumba', 'Milva', 'Destiny' puis 'Royal' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont manifesté un rendement nettement plus faible. Les variétés à peau rouge, toutes 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin 'Désirée' avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 145 et 265 qx/ha en 2013, et 142 à 272 qx/ha en 2014. Les

rendements de la variété 'Evolution' et 'Yona' se rapprochent relativement de ceux de la variété 'Désirée' (tableau III.8, figure III.8).

Au niveau de tous les essais sans traitement phytosanitaire, les variétés à peau blanche 'Synergie' et 'Challenger' ont des rendements supérieurs que ceux de la variété témoin 'Spunta' aussi bien en 2013 qu'en 2014. Les variétés à peau rouge testées ont présenté également des rendements faibles par rapport à ceux de la variété témoin 'Désirée' quel que soit l'année d'étude.

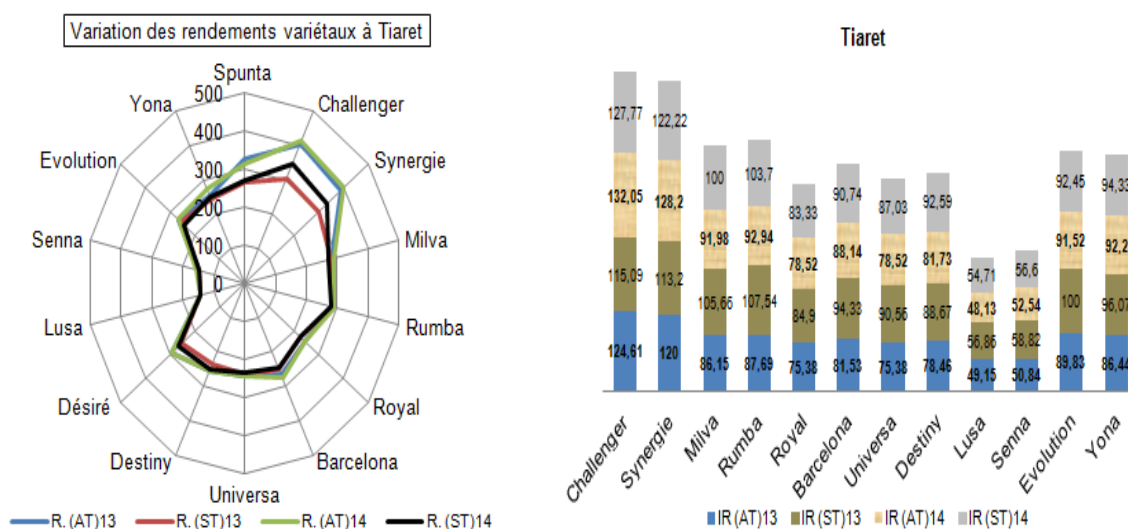


Figure III.8 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Tiaret (2013-2014).

Les meilleurs indices de rendements obtenus sont de 124,61 à 132,05 qx/ha et 120 à 128,20 qx/ha, pour les variétés 'Challenger', 'Synergie' et 'Royal' respectivement dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.8).

III.1.3.3. Station d'Oum Bouaghi (Ksar Sbahi)

Nous avons présenté les variations des valeurs des rendements et indices de rendement des variétés de pomme de terre étudiées des deux essais dans la station d'Oum Bouaghi dans le tableau III.9 et la figure III.9.

Dans l'essai où un traitement sanitaire a été effectué, les variétés 'Challenger' et 'Synergie' ont présenté un meilleur rendement que la variété témoin 'Spunta', soit 395 qx/ha pour les deux années d'étude, (tableau III.9, figure III.9). Les variétés 'Rumba', 'Milva', 'Destiny' puis 'Royal' avec 'Universa' puis 'Barcelona' ont manifesté un rendement nettement plus faible.

Les variétés testées 'Lusa', 'Evolution', 'Senna' et 'Yona' ont des rendements plus faibles que ceux de la variété témoin 'Désirée' avec des intervalles de valeurs qui oscillent entre 148 et 285 qx/ha en 2013, et 135 à 282 qx/ha en 2014. En l'absence de traitement phytosanitaire, les variétés 'Synergie' et 'Challenger' ont des rendements supérieurs que ceux de la variété témoin 'Spunta'. Egalement, les variétés à peau rouge testées ont présenté des rendements faibles par rapport à ceux de la variété témoin 'Désirée' quel que soit l'année d'étude.

Tableau III.9 : Rendement des différentes variétés de pomme terre testées et témoins en 2013 et 2014 dans la station expérimentale d'Oum Bouaghi (2013-2014).

Variétés	Année 2013				Année 2014			
	R.(At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)	R. (At)	IR (At)	R. (St)	IR (St)
Spunta	310		260		325		255	
Challenger	395	127,4	300	115,38	395	121,53	295	115,68
Synergie	395	127,4	295	113,46	395	121,53	295	115,68
Milva	270	87,09	230	88,46	270	83,07	250	98,03
Rumba	275	88,70	225	86,53	275	84,616	255	100
Royal	240	77,41	190	73,07	240	73,84	220	86,27
Barcelona	260	83,87	210	80,76	260	80	255	100
Universa	230	74,19	185	71,15	230	70,76	210	82,35
Destiny	235	75,80	170	65,38	235	72,30	215	84,31
Désirée	295		255		290		250	
Lusa	148	50,16	120	47,05	140	48,27	140	56
Senna	150	50,84	140	54,90	135	46,55	148	59,2
Evolution	285	96,61	245	96,07	275	94,82	260	104
Yona	280	94,91	250	98,03	282	97,24	255	102

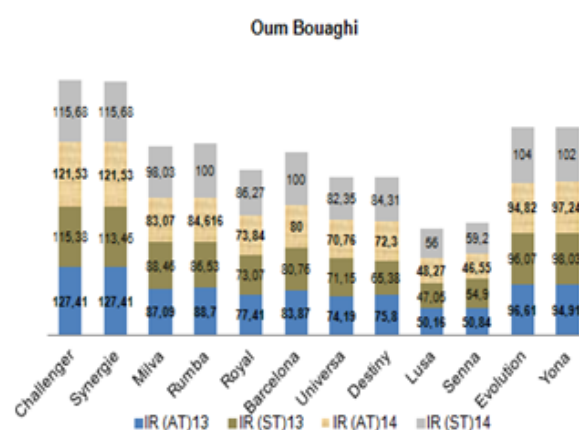
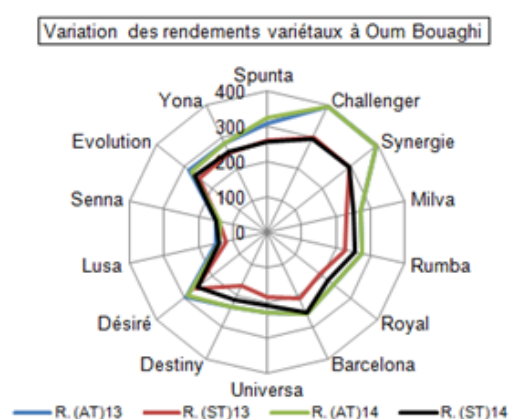


Figure III.9 : Rendements (Qx) et indices de rendements% des différentes variétés de pomme terre testées et témoins dans la station expérimentale de Oum Bouaghi (2013-2014).

Les meilleurs indices de rendements obtenus ont concerné notamment les variétés à peau blanche, par ordre d'importance ceux des variétés 'Challenger' et 'Synergie' avec des valeurs respectives de 121,53 à 127,41 et 121,53 à 127,41, dans les essais avec traitement phytosanitaire notamment (Figure III.9).

III.2. Analyse de la variabilité des rendements variétaux en pomme de terre sous l'effet des traitements phytosanitaires au niveau des zones agroclimatiques étudiées

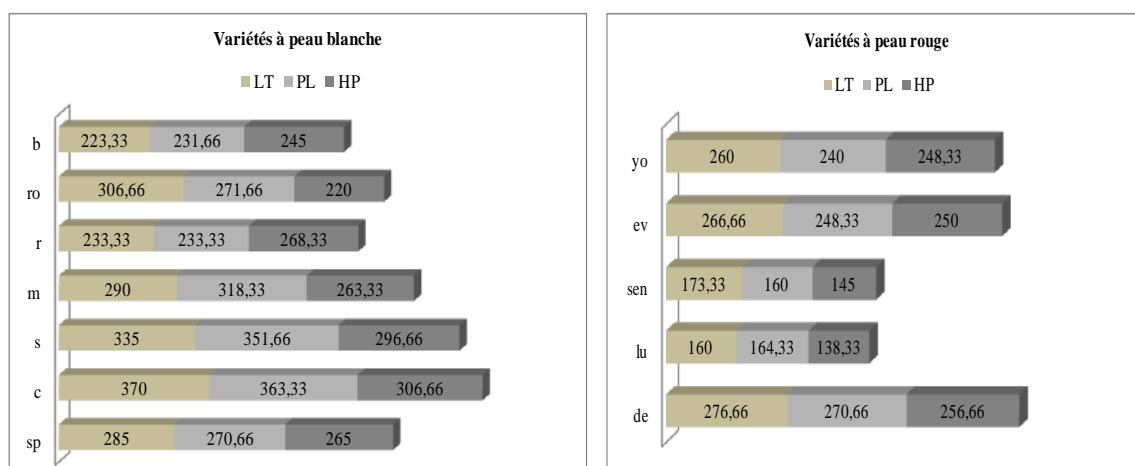
III.2.1. Variation annuelle des rendements des variétés à peau blanche et à peau rouge

Les meilleurs rendements sont enregistrés chez les variétés à peau blanche quel que soit l'année (tableau III.10 et figure III.10). Plus particulièrement, les variétés de pomme de terre 'Challenger', 'Synergie' et 'Milva' ont donné des rendements supérieurs à ceux de la variété témoin 'Spunta', d'autant plus élevés durant l'année 2014 par rapport à l'année 2013

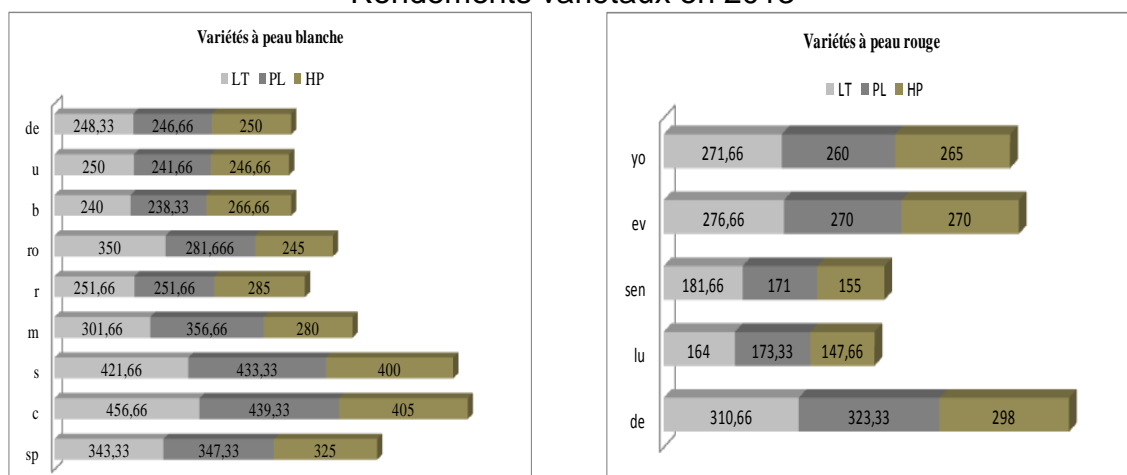
Tableau III.10 : Rendements des variétés de pomme de terre par zone agroclimatique en 2013 et 2014 (Lt : Littoral, P: plaines, HP: Haut Plateaux).

Variétés	<u>Année 2013</u>			<u>Année 2014</u>		
	Lt	PI	H P	Lt	PI	H P
Spunta (sp)	343,33	347,33	325	330	341,33	326,333
Challenger (c)	456,66	439,33	405	463,3	444,33	419
Synergie (s)	421,66	433,33	400	433,3	450,33	406,66
Milva (m)	301,66	356,67	280	310	371,66	285,66
Rumba (r)	251,66	251,67	285	250	267,33	290
Royal (ro)	350	281,67	245	361,6	285,66	245
Barcelona (b)	248,33	246,67	250	244,3	239,33	276,66
Universa	343,33	347,33	325	257,6	241,33	251,66
Destiny (de)	456,66	439,33	405	255	255,66	250
Désirée	421,66	433,33	400	306,6	317,33	302
Lusa (lu)	301,66	356,67	280	172,6	171,66	144
Senna (sen)	251,66	251,67	285	190	170	153,33
Evolution (ev)	301,66	356,67	280	330	341,33	326,333
Yonna (yo)	251,66	251,67	285	190	170	153,33

Les rendements des variétés à peau rouge apparaissent plus faibles que ceux des variétés à peau blanche introduites et témoins. Malgré des valeurs de rendements plus importants enregistrés en 2014, les variétés testées 'Yona', 'Evolution', 'Senna' et 'Lusa' ont des rendements faibles par rapport à ceux de la variété 'Désirée' (figure III.10)



Rendements variétaux en 2013



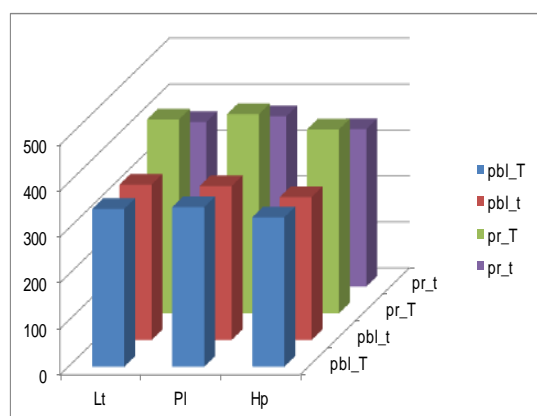
Rendements variétaux en 2014

Figure III.10 : Variabilité des rendements des variétés de pomme de terre à peaux blanche et rouge traitées, au niveau des zones du littoral, des plaines et des hauts plateaux en 2013 et 2014 (b, ro, r, m, s, c, sp, yo, ev, sen, lu, de : désignent les différentes variétés).

Les différents rendements variétaux des pommes de terre à peau blanche et à peau rouge paraissent similaires dans les trois zones agroclimatiques (test de Kruskal Wallis, $p = 0,50 > 5\%$), néanmoins la différence est marginalement significative entre les rendements variétaux des plaines et des hauts plateaux (test de wilcoxon, $p = 0,08$).

Nous avons calculé les rendements moyens des variétés à peau blanche et à peau rouge pour les deux années afin de les comparer dans leur globalité aux variétés témoins respectivement 'Spunta' et 'Désirée' (figure III.11). Il n'y a pas de différence significative entre les rendements moyens des variétés à peau blanche testées et ceux de la variété 'Spunta' quelque soit l'année et la zone agroclimatique (figure III.11) (test one way Anova, $p = 0,81-0,55 > 5\%$). On assiste à des valeurs de rendements chez la variété 'Spunta' qui fluctuent entre 330 et 340 qx/ha au littoral à 341 jusqu'à 347 qx/ha en plaines contre seulement 326 qx/ha au maximum dans la zone des hauts plateaux (figure III.11). Selon l'année, les rendements moyens des variétés à peau blanche testées varient de 338 à 343 qx/ha au littoral et 310 à 320 qx/ha dans les hauts plateaux. Une nette différence est notée entre les rendements des variétés de pomme de terre testées à peau blanche et ceux des variétés à peau rouge en comparaison avec les rendements de la variété 'Désirée' (test one way Anova, F ratio= 23,15 et 81,44, $p < 0,1\%$).

2013



2014

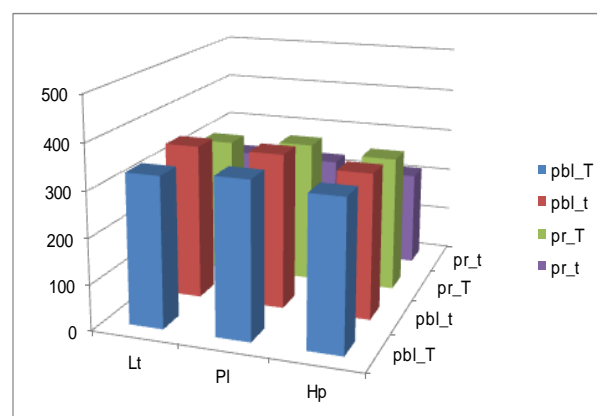


Figure III.11 : Variabilité comparée des rendements moyens des pommes de terre à peau blanche (pbl) et à peau rouge (pr) traitées, selon la zone agroclimatique en 2013 et 2014. (T : variété témoin, t : variété testée).

Nous avons établi les box plot de la distribution de la variable rendement sous l'influence des facteurs étudiés à savoir les sites expérimentaux répartis selon les trois zones agroclimatiques ainsi que les variétés (figures III.12, III.13 et III.14).

Les diagrammes en boîte de la figure III.12 montrent clairement que les zones des plaines et du littoral favorisent les rendements moyens les plus importants de toutes les variétés suivies par la zone des hauts plateaux. L'étendue de la distribution des rendements apparaît par ailleurs plus grande en 2013 qu'en 2014. Les médianes se rapprochent en général des plus fortes valeurs de rendements.

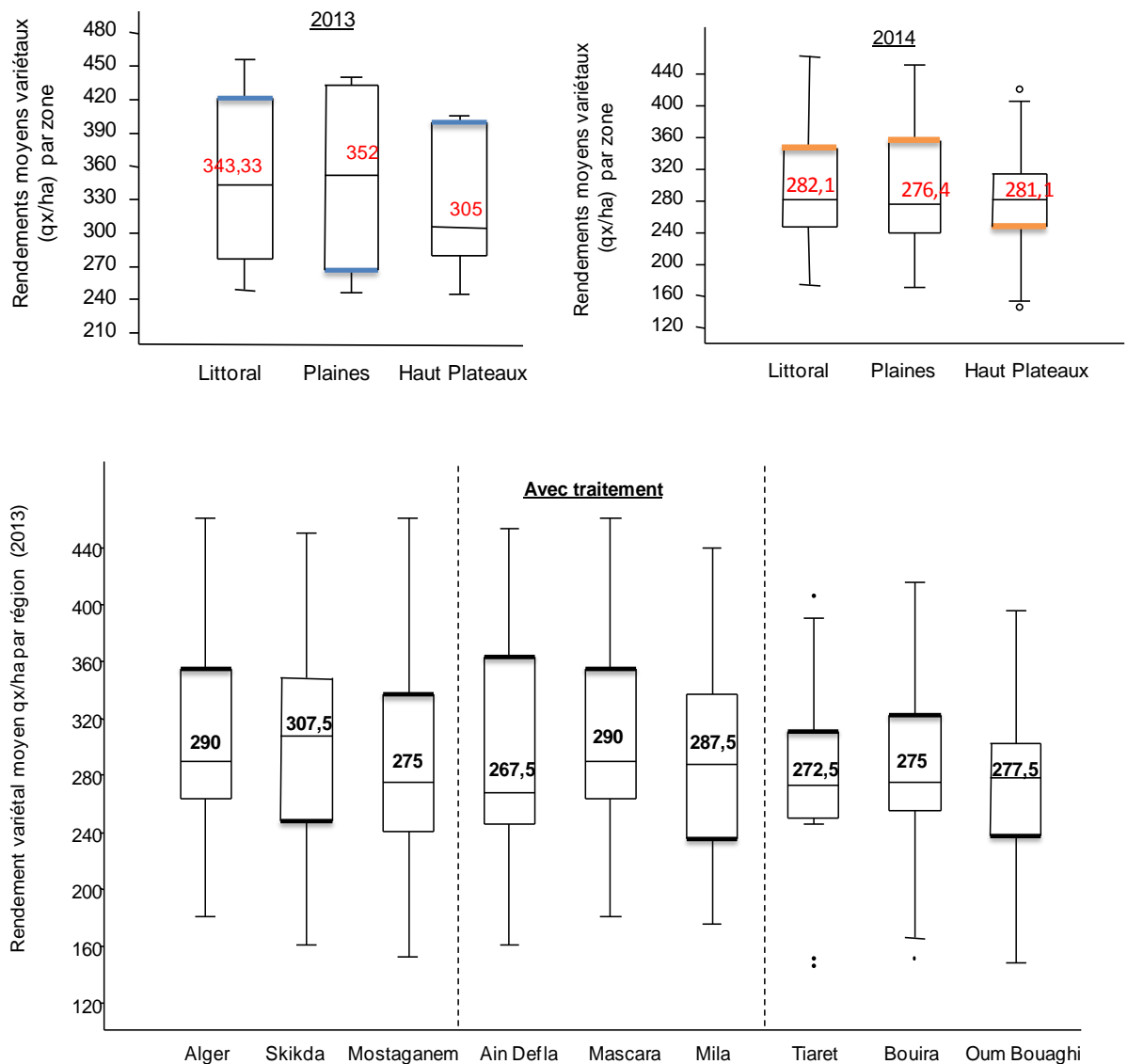


Figure III.12 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre traitée selon les zones agroclimatiques.

Les régions plus favorables aux rendements élevés en pomme de terre des deux catégories sont Alger et Skikda, Aïn Defla, Mascara et enfin Bouira (figure III.13) d'après les valeurs de rendements enregistrées au courant de la période d'étude. Les valeurs des médianes indiquent une similarité entre les rendements qui tend dans la majorité des cas vers les valeurs les plus fortes (figure III.13).

Il ressort en outre de l'influence du facteur variété sur l'ensemble des rendements que les pommes de terre à peau blanche (VRB) sont beaucoup plus productives que celles à peau rouge (VRR) (figure III.14).

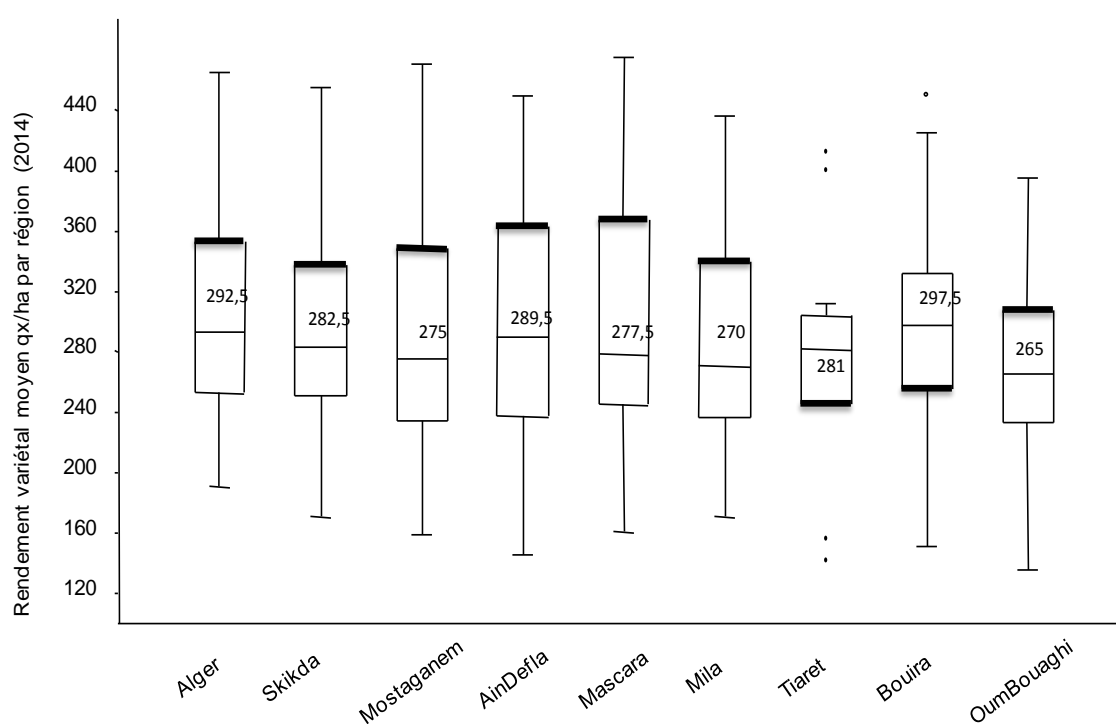
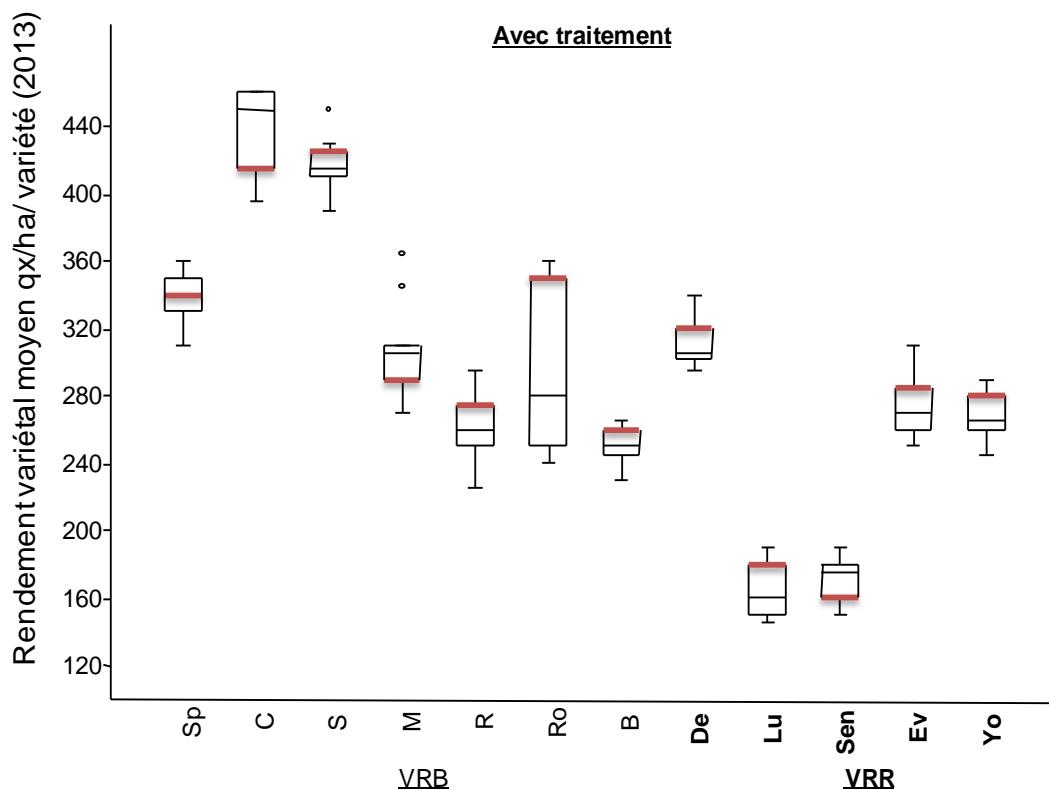


Figure III.13 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre traitée selon les sites expérimentaux en 2013 et 2014.

Chez les variétés à peau blanche, l'étendue des distributions des rendements est faible pour toutes les variétés durant les deux années 2013 et 2014, à l'exception de celle des variétés 'Royal' et 'Milva'.

Les variétés 'Challenger' et 'Synergie' ont des rendements nettement supérieurs non seulement par rapport à celui de la variété témoin 'Spunta' mais aussi devant les quantités produites par les variétés 'Milva' puis 'Royal'.

Contrairement, les variétés 'Rumba' et 'Barcelona' paraissent moins productives quel que soit les régions et les zones d'étude (figure III.14). Les valeurs des médianes des différents rendements variétaux sont très variables sans avoir de tendance particulière : en effet on assiste parfois à un rapprochement vers des valeurs fortes ou vers des valeurs inférieures aux moyennes, selon les variétés et l'année.



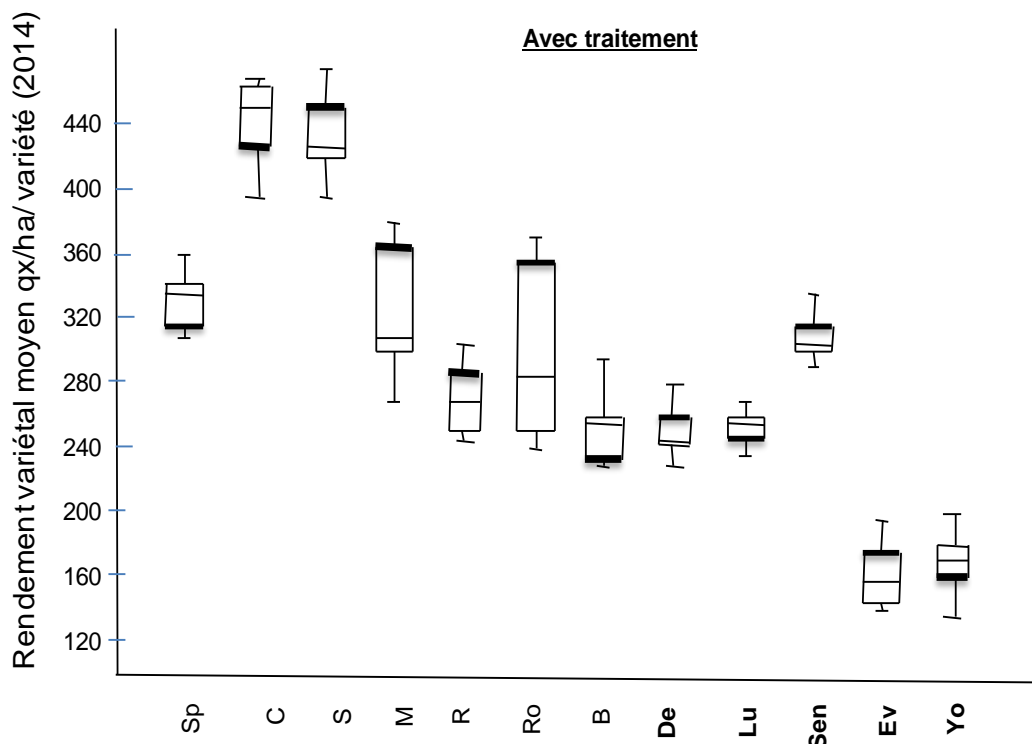


Figure III.14 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre traitée selon les variétés témoins et testées en 2013 et 2014.

Chez les variétés à peau rouge, les diagrammes en boîte indiquent que les moyennes de rendements des variétés testées sont toutes inférieures à celle du rendement de la variété 'Désirée' à l'exception de celui de la variété 'Senna' en 2014, (figure III.14). Pour une même variété testée donnée, les productions annuelles sont variables. En effet, en 2013, les variétés 'Evolution' et 'Yona' ont des moyennes de rendements qui se rapprochent de celui de la variété témoin mais pas en 2014 où les variétés 'Lusa' et 'Senna' présentent des rendements comparables à celui de 'Désirée' (figure III.14).

Les résultats des box plot établis pour les différents rendements variétaux confortent ceux déjà signalés et interprétés précédemment. Nous les avons confirmés par une analyse de similitude à deux facteurs (two way Anosim) : le facteur zone et le facteur variété, en prenant en considération l'indice de Bray Curtis comme distance de mesure à 1000 permutations. L'Anosim a montré un

effet très hautement significatif du facteur variété ($p < 0,0001$) et un effet non significatif du facteur région sur les rendements en pomme de terre ($p=0,97$).

III.2.2. Influence du traitement phytosanitaire sur la distribution globale des rendements variétaux (Qx/ha) en pomme de terre

Nous avons expliqué la distribution des variabilités de rendements en pomme de terre dans les différents sites expérimentaux, par le biais d'une AFC prenant en compte les productions des variétés à peau blanche et à peau rouge durant les deux années d'étude. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a consisté à rechercher la meilleure représentation simultanée entre les lignes et les colonnes d'une matrice de données de type régions/rendements en pomme de terre des 12 variétés témoins et testées. Nous avons utilisé une représentation des plans formés par les axes F1xF2, qui constituent un maximum de variance pour l'analyse pour expliquer les affinités variétales aux sites d'étude.

La classification ascendante hiérarchique ou CAH a été utilisée prenant en compte l'indice de Bray-Curtis comme mesure de similarité entre les régions et les variétés pour permettre de les hiérarchiser en un ensemble de groupes sur un dendrogramme.

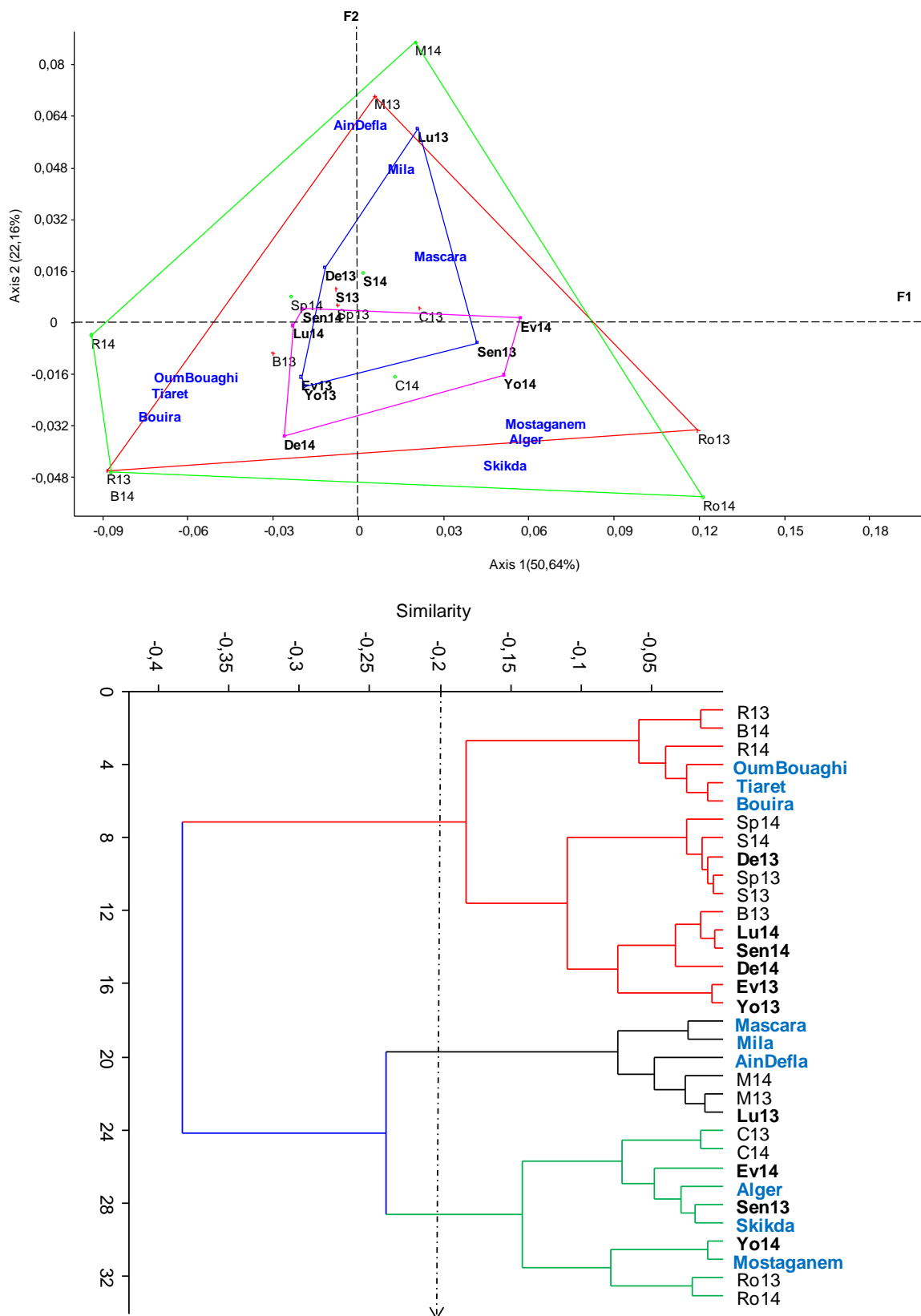


Figure III.15 : Répartition annuelle des rendements variétaux qx/ha des pommes de terre à peau blanche et à peau rouge selon les régions d'étude.

L'étude de la carte factorielle relative aux données de rendements en pomme de terre traitée, suivant les deux premiers axes (F1xF2) (Figure III.15), suivie de la classification ascendante hiérarchique, a permis de distinguer trois ensembles bien distincts. On peut remarquer 4 enveloppes qui se chevauchent sur le plan F1xF2 de l'AFC : les deux premières enveloppes concernent les rendements faibles des pommes de terre à peau blanche enregistrés en 2014 puis en 2013 traduisant des rendements similaires, suivie par des enveloppes beaucoup plus concentrées vers l'origine traduisant des productions plus élevées des deux catégories.

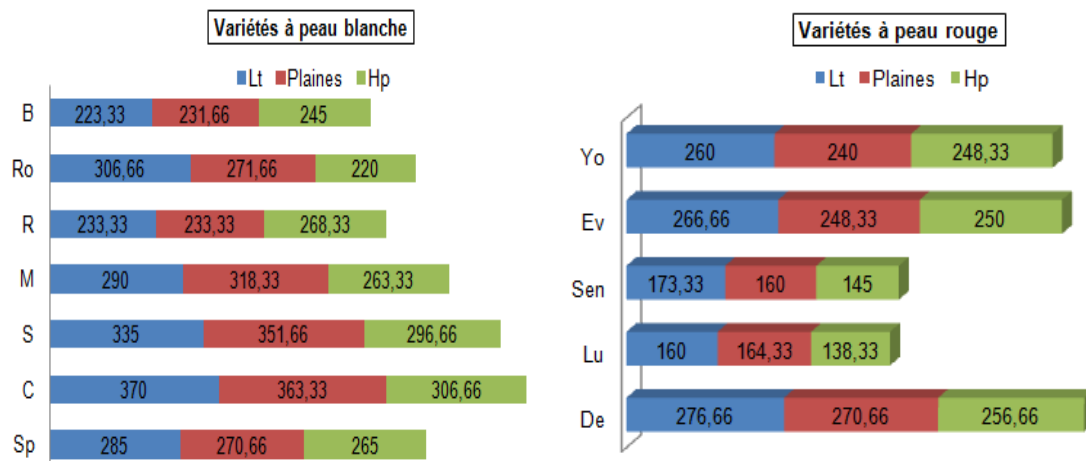
L'axe 1 est caractérisé par des groupes de rendements variétaux à forte contribution relative (50.64%). Du côté positif de cet axe sont réparties les rendements faibles des variétés à peau rouge 'Evolution' en 2014, 'Senna' en 2013, 'Yona' en 2014 suivis par ceux de la variété à peau blanche 'Royal' obtenus durant les deux années dans la zone du littoral à Mostaganem, Alger et Skikda. Du côté négatif de l'axe 1 s'opposent les rendements en pomme de terre des variétés 'Evolution' en 2013, 'Senna' en 2014, 'Yona' en 2013 ainsi que ceux des variétés à peau blanche 'Rumba' et 'Barcelona' en 2013 et 2014 qui sont faiblement distribués au niveau de la région des hauts plateaux à Oum El Bouaghi, Tiaret et Bouira.

L'axe 2 représente 22,18% de l'inertie totale. Sur le côté positif de cet axe sont projetées les variables des rendements les plus élevés en pomme de terre à savoir ceux des variétés à peau blanche 'Spunta', 'Synergie' en 2013 et 2014, 'Challenger' en 2013 ainsi que ceux des variétés à peau rouge 'Désirée' en 2013 puis 'Milva' et 'Lusa' en 2013, plus particulièrement dans la zone des plaines à Aïn Defla, Mila et Mascara. Sur le côté négatif de l'axe 2, se concentrent les variables des rendements moins élevés de la variété à peau rouge 'Désirée' en 2014 et des variétés à peau blanche 'Challenger' en 2014 puis 'Rumba' en 2013 et 2014 et enfin de la variété 'Barcelona' en 2014 (figure III.15). L'axe 1 semble expliquer un effet temporel contrairement à l'axe 2 qui met en évidence un effet régional séparant l'effet de la zone des plaines de celui du littoral et des hauts plateaux opposés l'un à l'autre. Ces interprétations sont confirmées par les groupes structurés à travers la CAH où on constate les affinités des variétés aux zones agroclimatiques représentés par les 9 sites expérimentaux (figure III.15).

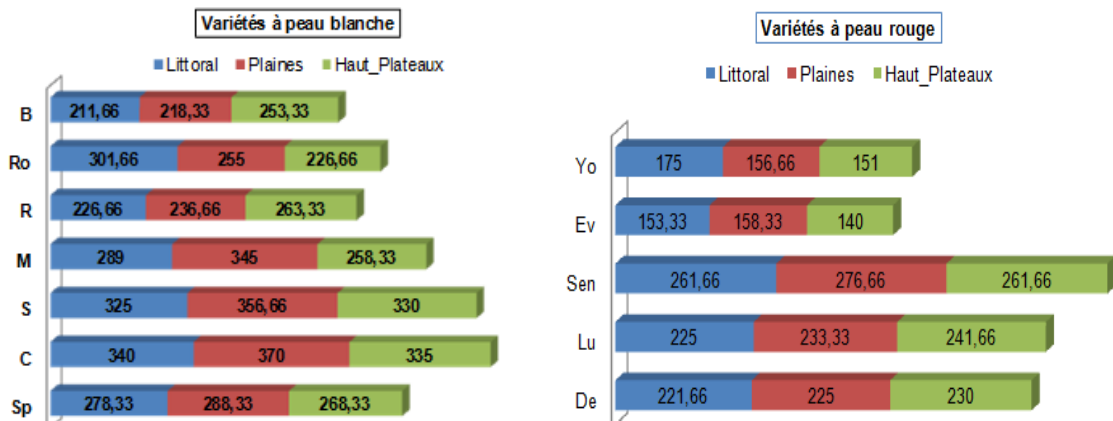
III.3. Analyse de la variabilité des rendements variétaux en pomme de terre sans traitements phytosanitaires

III.3.1. Variation annuelle des rendements des variétés à peau blanche et à peau rouge

Il est clair que les productions qx/ha sont inférieures en situation d'absence de traitement phytosanitaire (figures III.16 à III.19). En 2013 comme en 2014, les rendements des variétés à peau blanche restent toujours élevés par ordre d'importance chez les variétés 'Challenger', 'Synergie', 'Milva', et 'Royal' en comparaison avec les quantités produites par les variétés testées 'Rumba', 'Barcelona' et la variété témoin 'Spunta'. Néanmoins, on remarque une variabilité non significative des productions selon les 3 zones d'étude pour une variété donnée (figure III.16).



Rendements variétaux en 2013



Rendements variétaux en 2014

Figure III.16 : Variabilité des rendements des variétés de pomme de terre en 2013 et 2014 (b, ro, r, m, s, c, sp, yo, ev, sen, lu, de : désignent les différentes variétés).

En 2013, chez les variétés à peau rouge, les productions des variétés testées 'Yona' et 'Evolution' avoisinent celle de la variété 'Désirée' alors que les rendements des variétés 'Senna' et 'Lusa' sont beaucoup plus faibles. En 2014, la variété 'Senna' reste la plus productive en comparaison avec le reste des variétés à peau rouge témoin et testées. Egalement, on observe une variabilité des rendements selon la zone de culture, (figure III.16).

Nous avons représenté pour les deux années, les rendements moyens comparés des deux catégories de pomme de terre par rapport aux variétés témoins 'Spunta' et 'Désirée' (figure III.17). Si les rendements moyens des variétés testées à peau blanche restent supérieurs à celui de la variété témoin durant les deux années d'essais, il n'en est pas de même pour les rendements moyens des variétés testées à peau rouge (figure III.17). En effet, on peut remarquer des valeurs de rendements faibles des variétés testées en comparaison avec celui de la variété témoin 'Désirée' en 2013 mais qui semblent similaires en 2014. Dans tous les cas, la zone des plaines reste la plus favorable suivie par la zone du littoral.

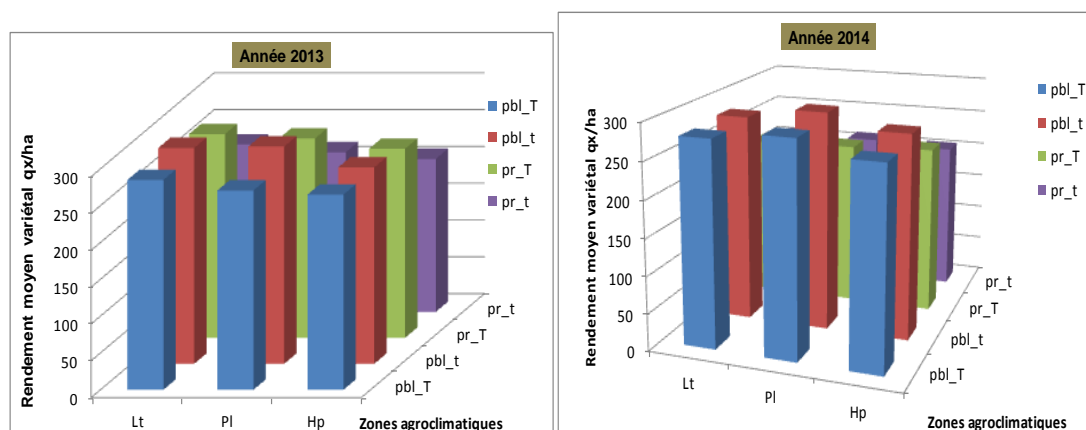


Figure III.17 : Variabilité comparée des rendements moyens des pommes de terre à peau blanche (pbl) et à peau rouge (pr) non traitées, selon la zone agroclimatique en 2013 et 2014. (T : variété témoin, t : variété testée).

Les Box Plot de la figure III.18 montrent clairement que les zones littoral et des hautes plaines sont en faveur pour les meilleurs rendements variétaux quel que soit les catégories de pomme de terre par rapport à la zone des hauts plateaux, d'autant plus marquée en 2014 qu'en 2013. Les valeurs des médianes sont majorées 2013 en 2013 et sont inférieures aux moyennes en 2014 particulièrement pour les rendements du littoral et des plaines.

L'effet régional apparaît plus clairement durant la campagne de culture de 2014 où on observe que les plus importants rendements sont distribués dans les régions de Aïn Defla et Mascara. Les valeurs des médianes sont indiquées sur la figure 3.19 et sont en faveur des plus fortes valeurs en 2013 tendant vers la troisième quartile du box plot, mais elles ont des tendances variables selon les régions durant l'année 2014, (figure III.19).

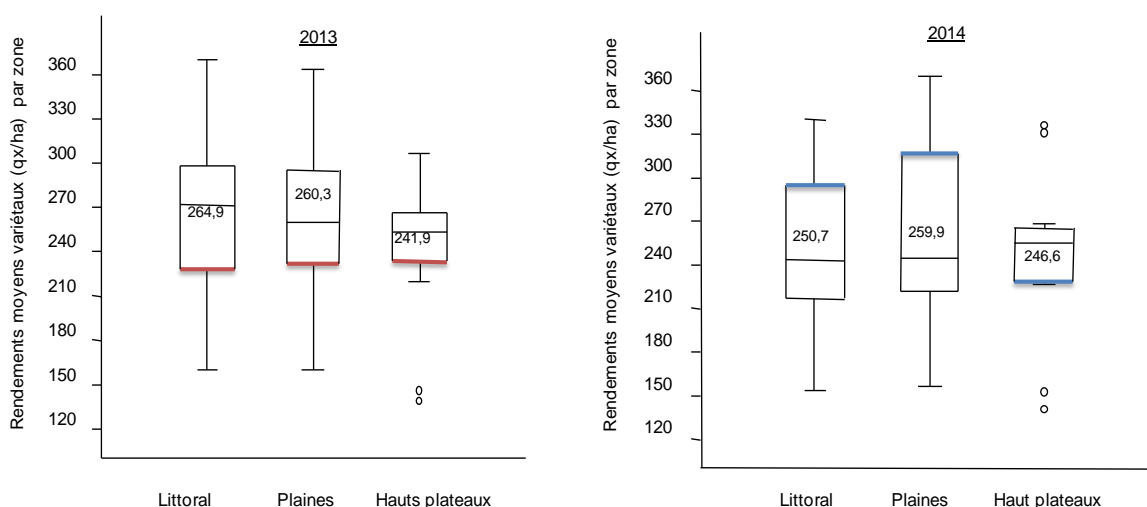


Figure III.18 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre non traitée selon les zones agroclimatiques.

Les diagrammes en boîte de la figure III.20 désignent la variation globale des rendements en pomme de terre non traitée pour une variété donnée.

Les variétés à peau blanche 'Challenger', 'Synergie', 'Milva', 'Royal' et 'Rumba' restent par ordre d'importance les plus productives devant 'Barcelona'

quel que soit l'année de l'essai, la région ou la zone de culture. En 2013, les rendements élevés concernent les variétés 'Evolution' et 'Yona' alors qu'en 2014, les variétés 'Lusa' et 'Senna' restent plus productives par rapport à 'Désirée'. Les tendances des étendues de distribution des valeurs médianes de rendements sont variables selon la variété (figure III.20).

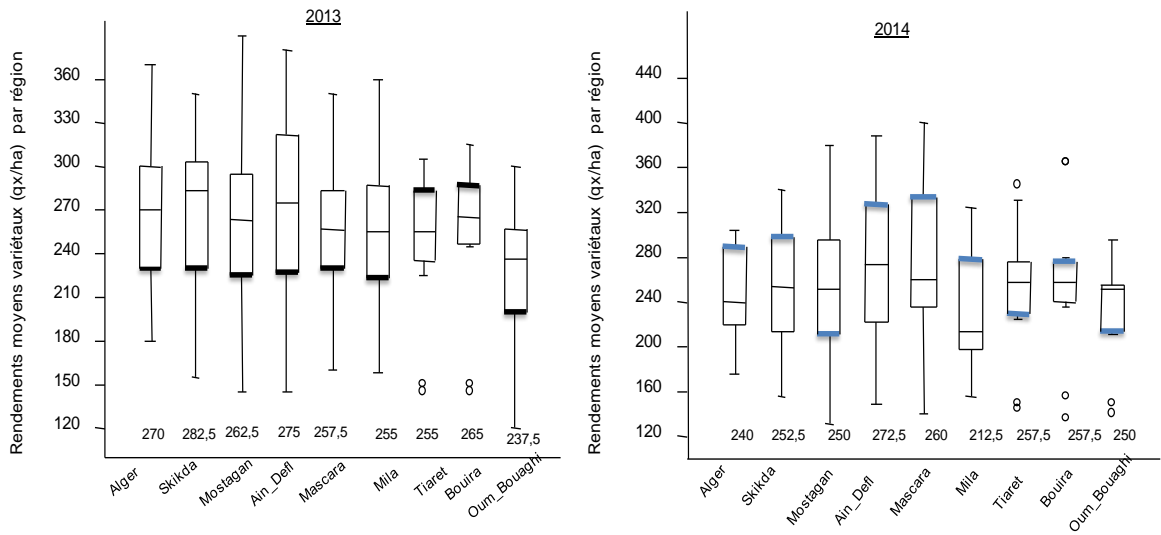
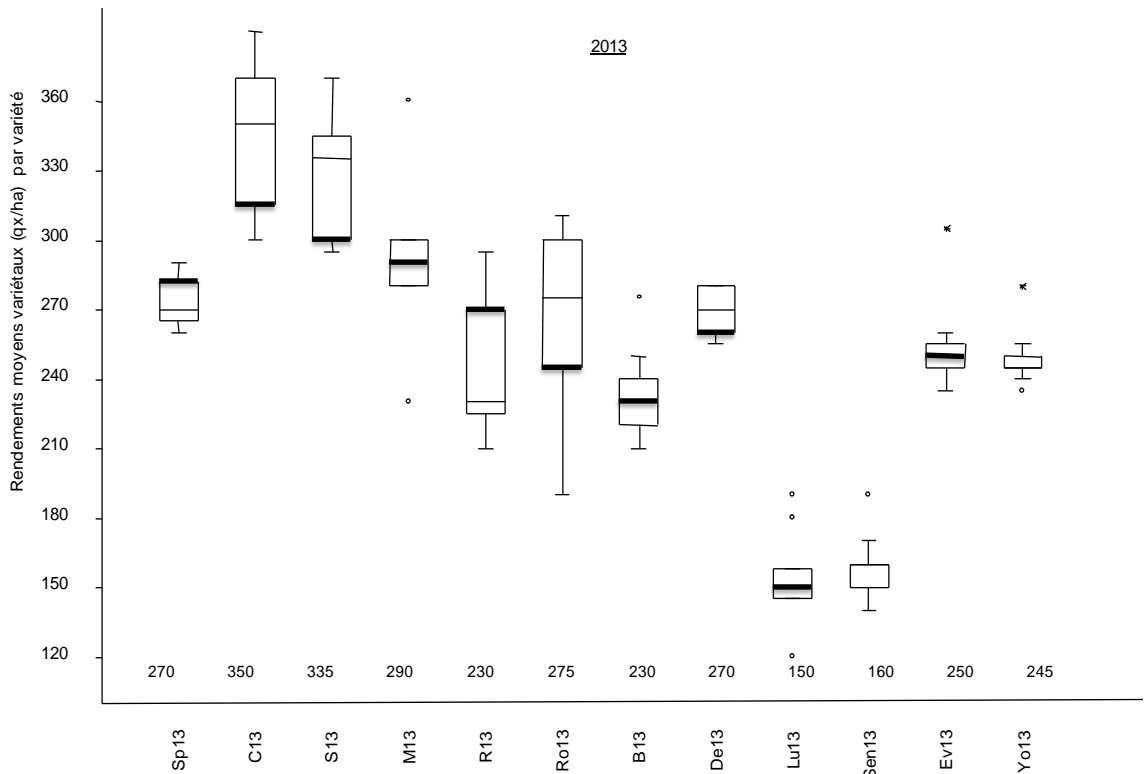


Figure III.19 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre non traitée selon les sites expérimentaux en 2013 et 2014.



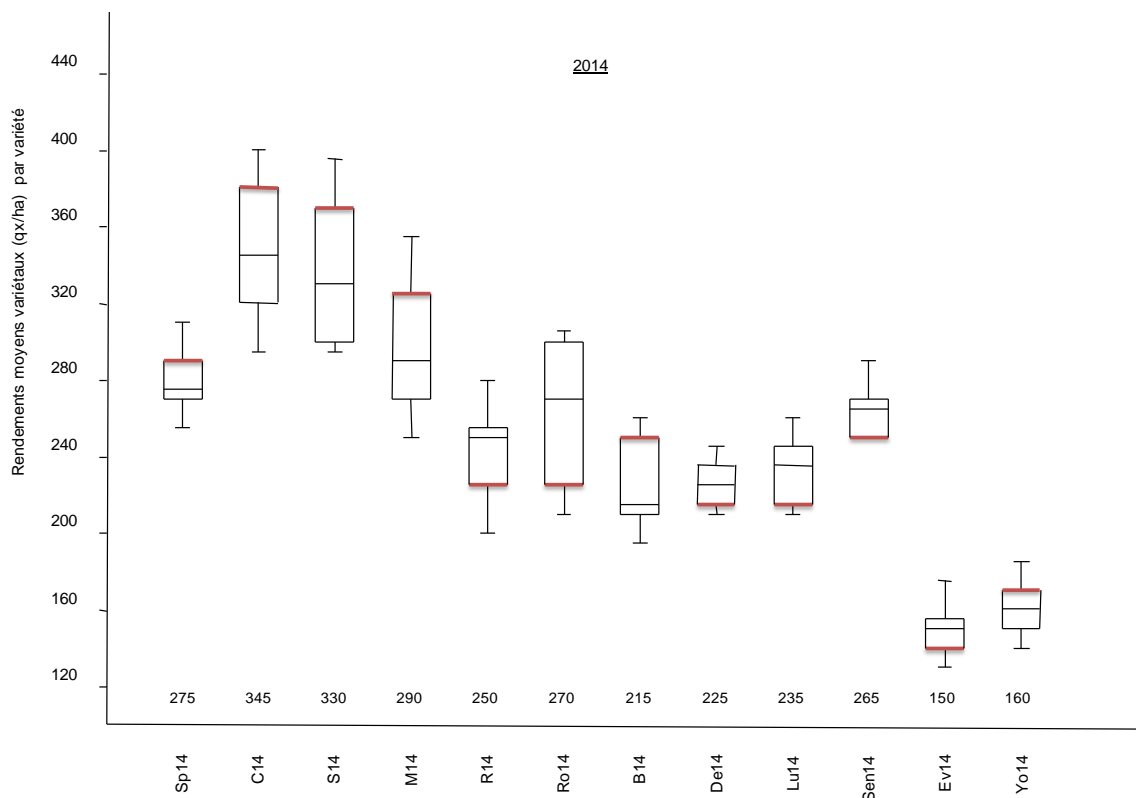


Figure III.20 : Diagrammes en boîte de la variation globale des rendements en pomme de terre non traitée selon les variétés témoins et testées en 2013 et 2014.

III.3.2. Distribution globale des rendements variétaux (Qx/ha) en pomme de terre sans traitement phytosanitaire

L'analyse factorielle des correspondances complétées par la classification ascendante hiérarchique ont été utilisées pour analyser la distribution de la variable dépendante rendement dans le cas où aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué.

La projection des variables rendements variétaux des pommes de terre non traitées en relation avec les régions des essais sur le plan F1x2 de l'AFC est satisfaisante dans le sens où la contribution des variances à l'inertie totale est supérieure à 60% (figure III.21).

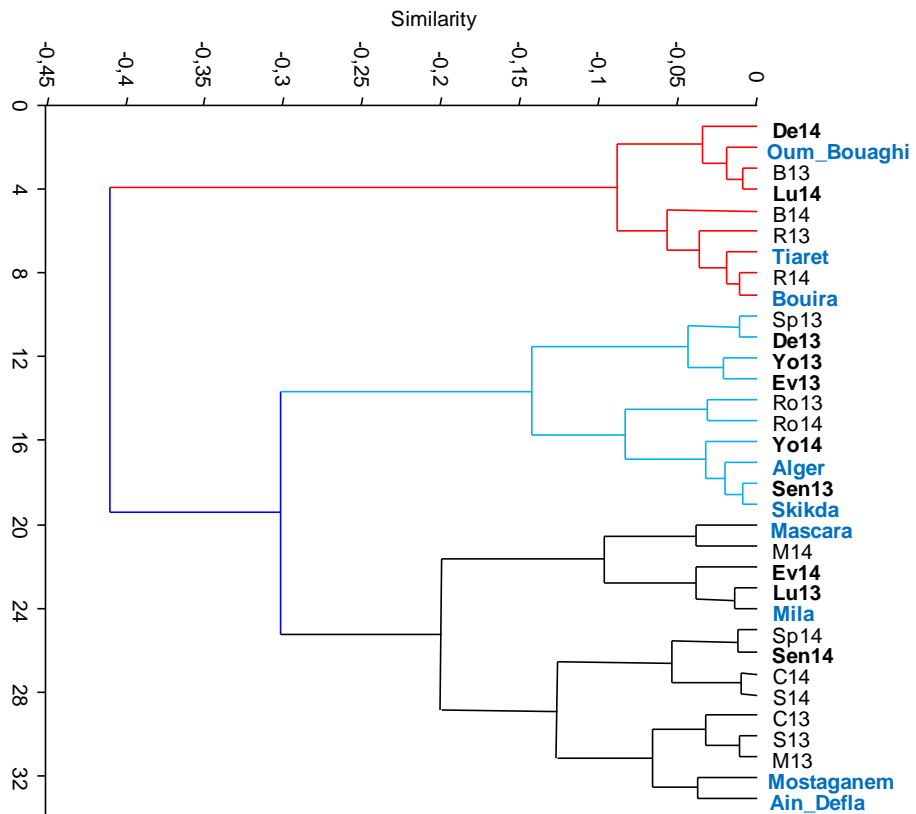
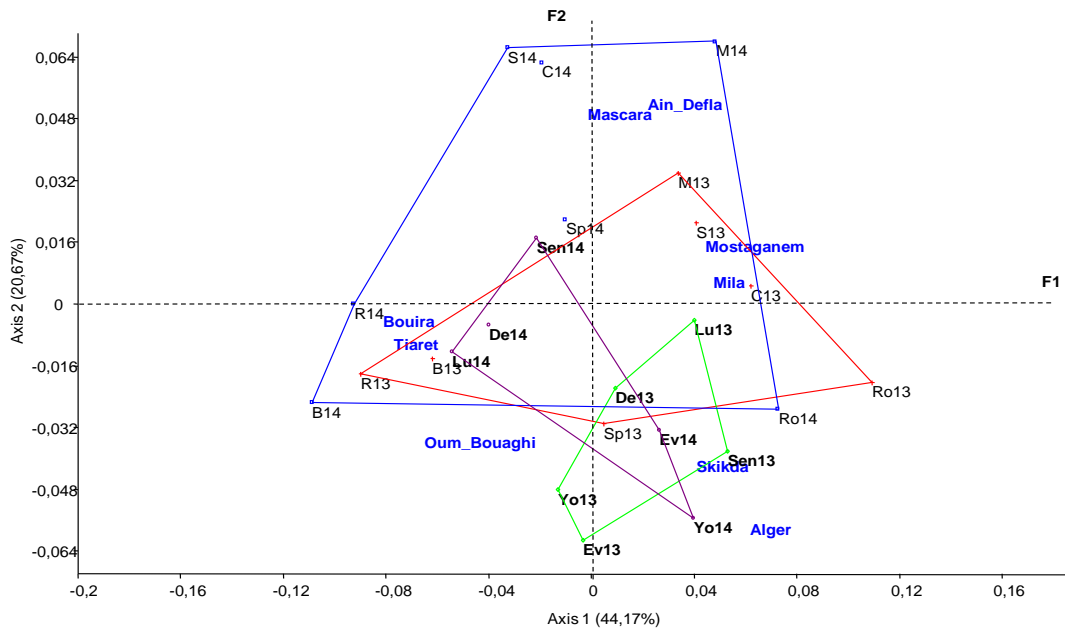


Figure III.21 : Répartition annuelle des rendements variétaux qx/ha des pommes de terre à peau blanche et à peau rouge selon les régions d'étude.

Les enveloppes qui caractérisent les projections des variables rendements des variétés à peau blanche en 2014 et en 2013 (traits bleu et rouge) et les variables rendements des variétés à peau rouge durant les mêmes années (traits vert et violet) sont bien distinctes et plus ou moins disparates (figure III.21).

Du côté positif de l'axe 1 se trouvent corrélées les rendements des variétés qui ont une affinité pour les régions de Mostaganem et Mila et Aïn Defla, les opposant ainsi aux rendements des variétés enregistrés dans les régions de Oum Bouaghi, Bouira et Tiaret, sur le côté négatif du même axe. Du côté positif de l'axe 2 sont corrélés les rendements variétaux enregistrés dans la région de Mascara les opposant à ceux obtenus au niveau des régions d'Alger et Skikda.

L'analyse du dendrogramme de la CAH met en évidence trois groupes de rendements variétaux associés aux sites expérimentaux étudiés (figure III.21).

Le premier groupe caractérise des rendements importants relatifs à des variétés qui ont présenté des quantités en pomme de terre élevées selon l'année, particulièrement au niveau des régions de Mascara, Mila, Mostaganem et Aïn Defla. Le second groupe rassemble des variétés très productives dans les régions d'Alger et Skikda. Le troisième groupe fait ressortir les variétés de pomme de terre qui ont présenté de faibles rendements dans les régions d'Oum Bouaghi, Tiaret et Bouira selon l'année, (figure III.21).

III.4. Rendements et indices de rendement comparés

Pour rappel, le calcul de l'indice de rendement variétal a permis de catégoriser les variétés testées selon que le rendement de la variété est élevé si $I.R \geq 100\%$, moyen $80\% \leq I.R \leq 100\%$ et faible si $I.R. \leq 80\%$.

Les résultats des quantités en pomme de terre produites au courant des différents essais ont révélé que les variétés à peau rouge 'Lusa' et 'Senna' et la variété à peau blanche 'Barcelona' sont des variétés à faible rendement. Tandis que les variétés à peau blanche 'Rumba', 'Universa' et 'Destiny' sont des variétés de pomme de terre à rendement moyen.

III.4.1. Modèle linéaire global appliqué à l'analyse comparée des rendements variétaux en pomme de terre

La comparaison des moyennes de rendements en prenant en compte l'effet de chaque facteur séparément (année, variété, région, zone), (figure III.22).a montré que les rendements en pomme de terre diffèrent significativement entre les variétés elles-mêmes et sont significativement influencés par les conditions agroenvironnementales de la zone de culture.

En effet, on constate d'une part que les variétés à peaux rouges sont globalement moins productives que les variétés à peau blanche sauf pour la variété 'Désirée'. D'autre part, les variétés à peau blanche 'Challenger' et 'Synergie' sont de loin les plus performantes et très productives par rapport à tout le reste des variétés ($p < 1\%$) (figure III.22).

Par ailleurs, il semble qu'il y'ait un effet régional significatif du fait qu'il ya une augmentation des rendements dans la zone des plaines par rapport aux autres zones. Les régions de Aïn Defla et Mascara paraissent les plus favorables suivies par les régions d'Alger et Mila, Bouira avec Mostaganem et enfin Tiaret et Oum Bouaghi viennent en dernier lieu comme zones les moins adaptées ($P = 0,02$, figure III.22).

Nos résultats n'ont pas montré d'effet de la zone agroclimatique elle-même car nous avons vu qu'il ya surtout un effet région caractérisé probablement par des facteurs édaphoclimatiques favorables ou non. Ainsi, on peut remarquer des rendements variétaux presque similaires au niveau des trois zones d'étude ($p = 0,54$) et il n'ya pas de variabilité annuelle significative ($p = 0,96$) (figure III.22).

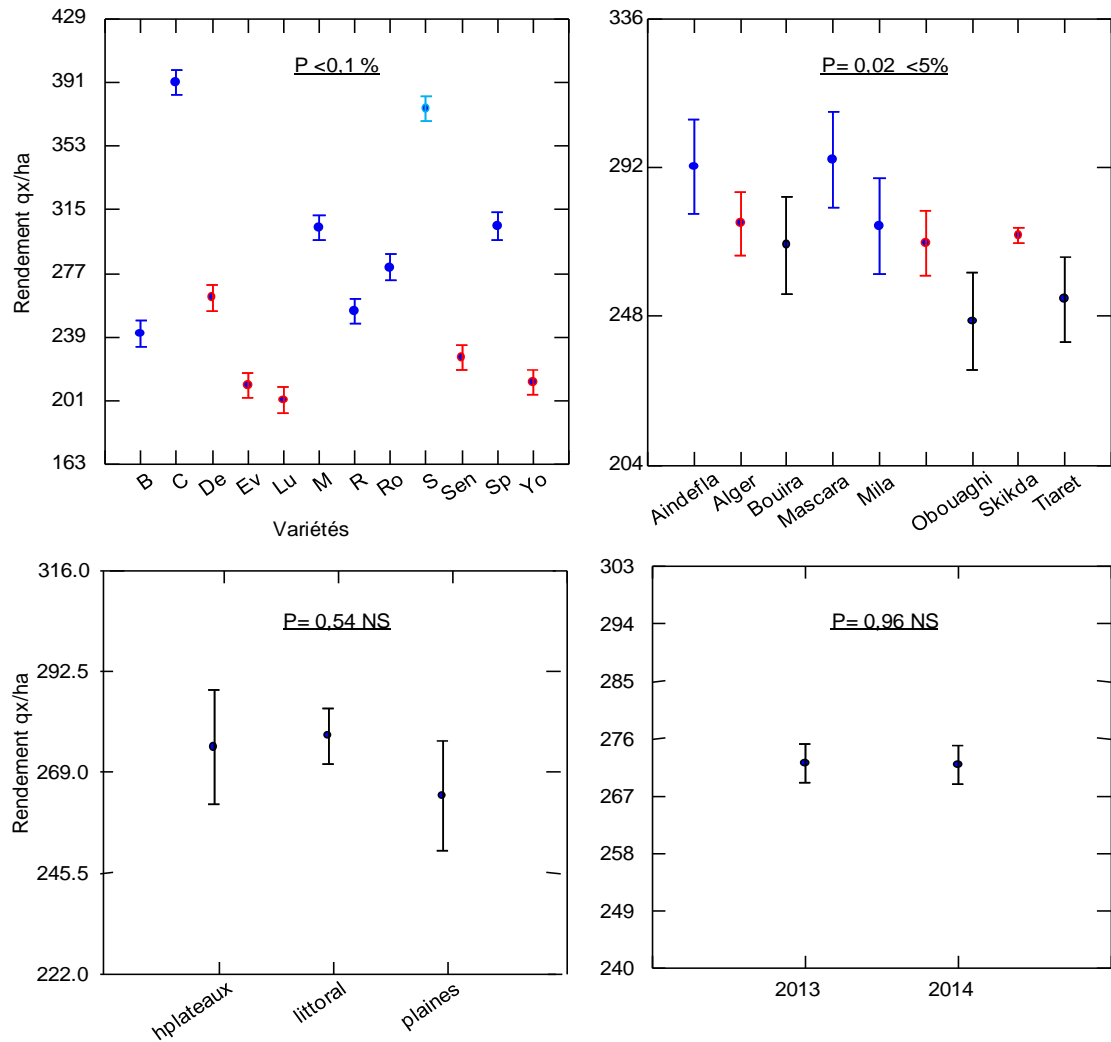


Figure III.22 : Moyennes des rendements en pomme de terre selon les variétés, les zones et les années d'étude (Anova, modèle linéaire global).

III.4.2. Modèle linéaire global appliqué à l'analyse comparée des indices des rendements variétaux en pomme de terre

La comparaison des indices de rendements à travers le modèle linéaire global de l'ANOVA révèle des différences très significatives sous l'effet des facteurs traitement, variété, région et année (figure III.23). En effet, on peut voir d'abord que les indices de rendement par rapport aux variétés témoins sont influencés par les traitements phytosanitaires ($p < 0,1$).

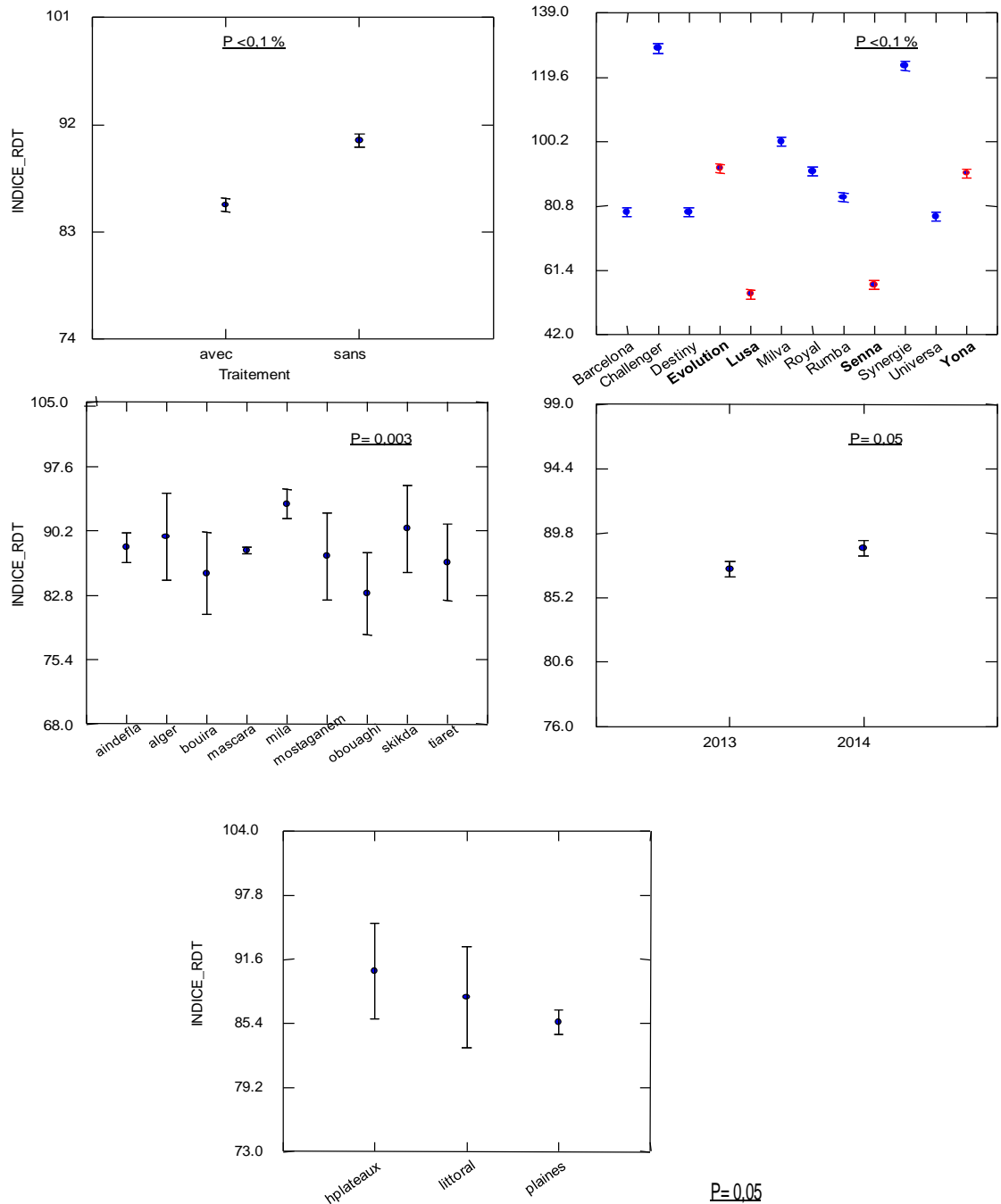


Figure III.23 : Moyennes des indices de rendements en pomme de terre selon les variétés, les zones et les années d'étude (Anova, modèle linéaire global).

Par ailleurs, il ya une nette différence entre les variétés à indice de rendement élevé et faible non seulement pour les variétés à peau blanche (représentées en bleu) que pour les variétés à peau rouge (représentées en rouge). Les indices de rendements les plus élevés sont enregistrés chez les

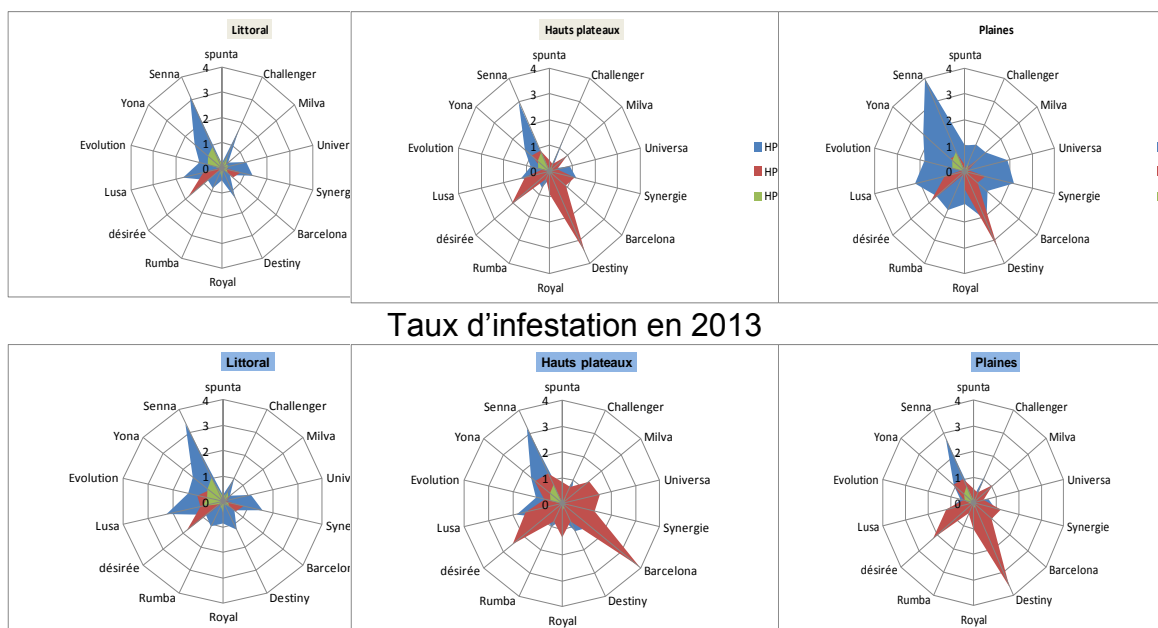
variétés 'Challenger' et 'Synergie' alors que les indices les plus faibles sont observés sur les variétés 'Lusa' et 'Senna' ($p < 0,1$, figure III.23).

Des indices de rendements élevés sont obtenus au niveau des régions d'Aïn Defla, Alger, Mila, Skikda et Mostaganem comparativement à des indices de rendement moyens enregistrés à Mascara, Bouira et Tiaret tandis que les plus faibles indices sont observés au niveau de la région d'Oum Bouaghi ($p = 0,003$). Le facteur année semble influencer les indices de rendement en pomme de terre, dans les conditions de l'étude puisque on remarque une différence significative entre les années 2014 et 2013 ($p = 0,05$, figure III.23).

III.5. Variation des taux d'infestation des variétés de pomme de terre par les maladies dans les zones agroclimatiques étudiées en 2013 et 2014

III.5.1. Variation des taux d'infestation des variétés étudiées par les maladies virales

Les différentes variétés de pomme de terre étudiées se comportent différemment à l'égard des maladies de l'enroulement (E), de la mosaïque rugueuse (MR) et de la mosaïque lisse (ML) (figure III.24).



Taux d'infestation en 2013

Taux d'infestation en 2014

Figure III.24 : Variation annuelle des taux d'infestation par les maladies virales chez les variétés de pomme de terre étudiées dans les trois zones agroclimatiques.

L'intensité des infestations par les maladies virales est variable selon l'année, la zone d'étude, l'espèce de pathogène et la variété. Néanmoins, les infestations par la mosaïque lisse semblent très faibles devant celles des deux autres maladies virales.

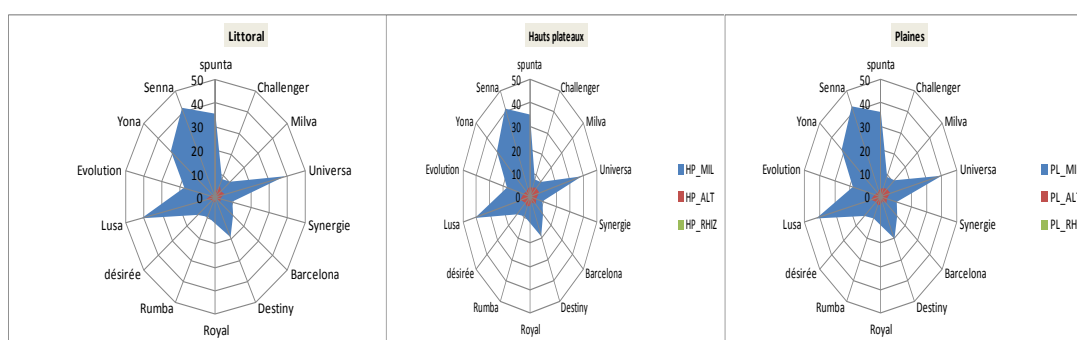
En 2013, les symptômes d'infestation par la maladie de l'enroulement sont observés surtout en zone des plaines pour l'ensemble des variétés avec une intensité plus élevée sur la variété de pomme de terre à peau rouge 'Senna'. L'infestation par le virus de la mosaïque rugueuse est surtout notée sur les variétés 'Destiny' et 'Désirée' (figure III.24). L'apparition des 3 maladies virales reste faible au niveau de la zone du littoral pour l'ensemble des variétés sauf pour la variété 'Senna'.

Durant l'année 2014, on assiste à des contaminations par la mosaïque rugueuse étendues à un groupe de variétés à peau blanche notamment 'Barcelona', 'Synergie' et 'Universa' en zone des hauts plateaux, et aux variétés à peau rouge 'Destiny' 'Désirée' et 'Milva' dans la zone des plaines (figure III.24). L'intensité d'attaque par le virus de l'enroulement est également notée dans la

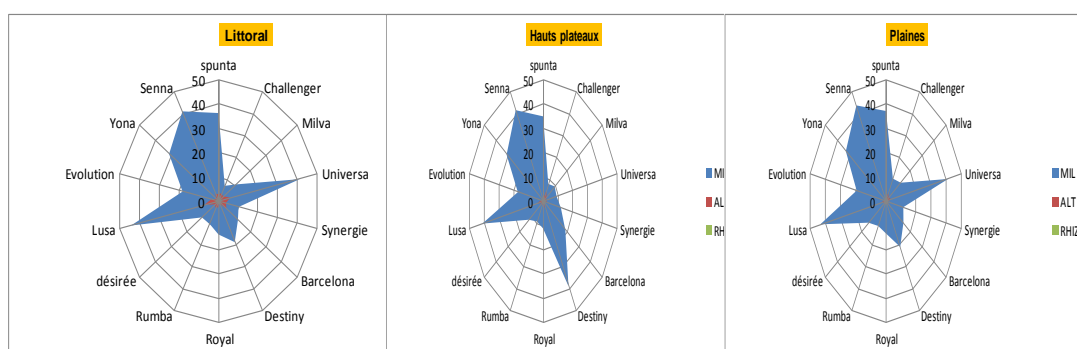
zone littorale sur différentes variétés plus particulièrement sur la variété à peau rouge ‘Senna’.

III.5.2. Variation des taux d’infestation des variétés étudiées par les maladies fongiques

Quelque soit la zone agroclimatique et l’année, les variétés étudiées semblent toutes susceptibles au mildiou mais avec des intensités d’infestation différentes. Les variétés ‘Senna’, ‘Yona’, ‘Lusa’, ‘Destiny’ et ‘Universa’ se montrent plus sensibles à cette maladie fongique devant les variétés à haut rendement comme ‘Challenger’, ‘Synergie’ ou ‘Milva’, (figure III.25).



Taux d’infestation en 2013



Taux d’infestation en 2014

Figure III.25 : Variation annuelle des taux d’infestation par les maladies fongiques chez les variétés de pomme de terre étudiées dans les trois zones agroclimatiques.

Enfin, on peut remarquer que les infestations à *Alternaria* ou *Rhizoctonia* sont presque négligeables (figure III.25).

III.5.3. Variation des taux d'infestation des variétés étudiées par les maladies bactériennes

De manière globale, les infestations dues à la maladie de la jambe noire sont très faibles et ne dépassent pas 1%. Mis à part les variétés à peau blanche 'Spunta', 'Challenger', 'Milva', 'Destiny' et les variétés à peau rouge 'Désirée', 'Yona' et 'Senna', les autres variétés ont révélé des symptômes d'infestation de la maladie de la jambe noire.

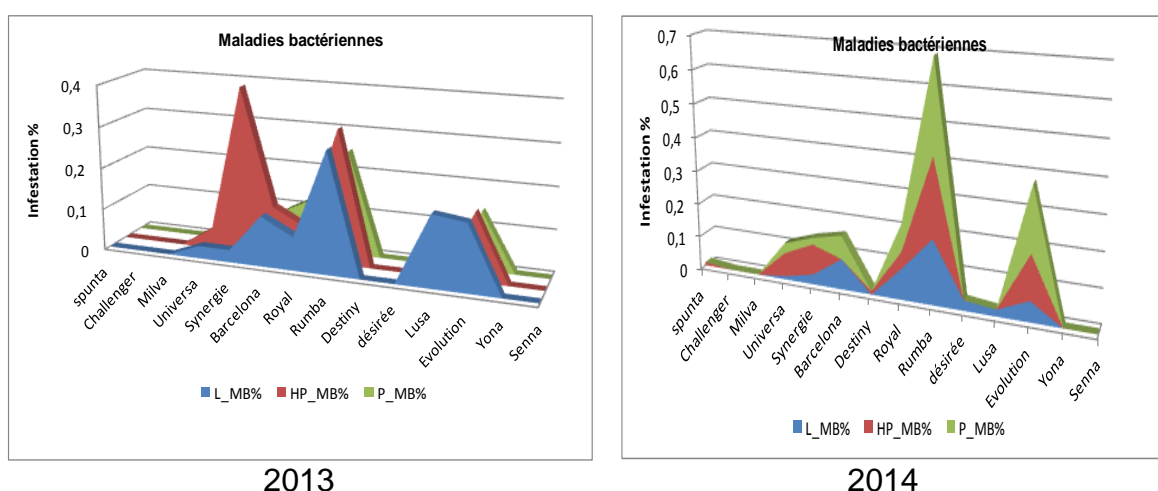


Figure III.26 : Variation annuelle des taux d'infestation par les maladies bactériennes chez les variétés de pomme de terre étudiées dans les trois zones agroclimatiques.

En 2013, l'intensité de cette maladie bactérienne est observée notamment dans la zone des hauts plateaux où les variétés 'Synergie' et 'Rumba' ont présenté des symptômes d'infestation. En 2014, ces derniers sont notés surtout au niveau de la zone des plaines sur 'Rumba' et 'Evolution' plus particulièrement (figure III. 26).

III.6. Distribution des taux d'infestation par les maladies sur les variétés de pomme de terre étudiées durant la période d'étude

III.6.1. Infestations globales en 2013 et 2014

Nous avons calculé les moyennes d'infestation annuelle par les maladies virales, fongiques et bactériennes par catégorie variétale au niveau des trois zones agroclimatiques (figure III.27).

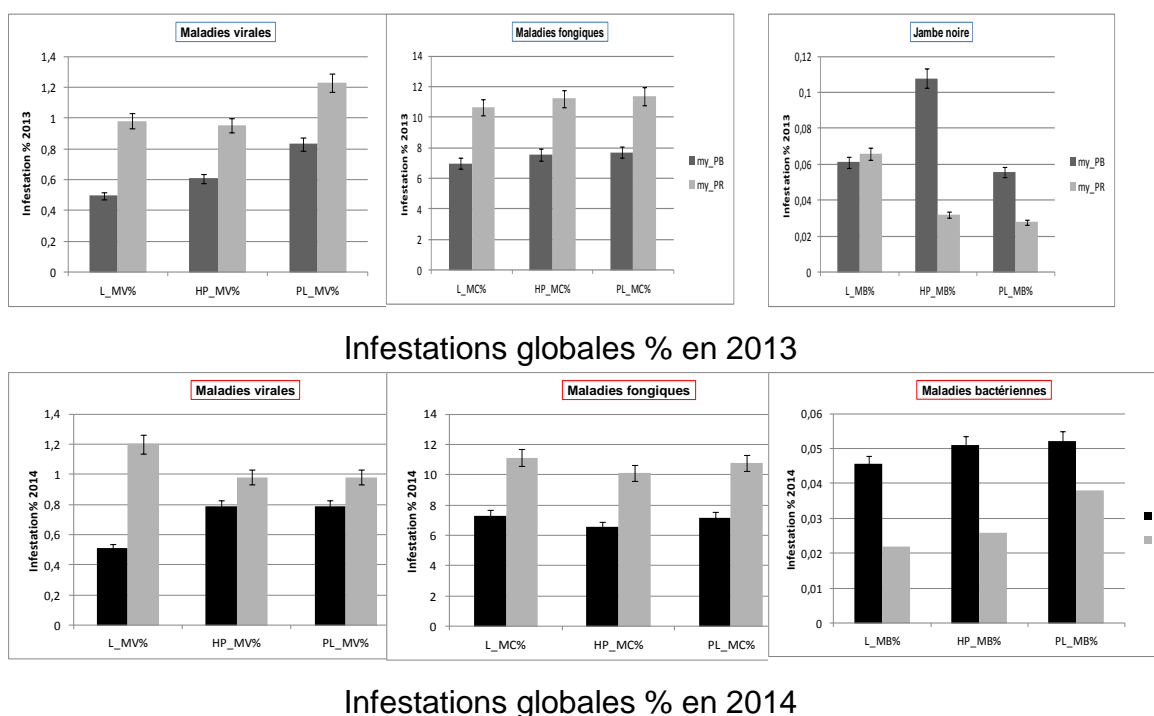


Figure III.27 : Infestations globales % des variétés de pomme de terre à peau blanche et à peau rouge selon les zones agroclimatiques en 2013 et 2014.

D'après nos résultats, quelque soit l'année d'étude, les variétés à peau rouge montrent des taux d'infestation par les maladies virales et fongiques supérieurs à ceux enregistrés sur les variétés à peau blanche. Pour les maladies bactériennes, en l'occurrence la maladie de la jambe noire, on remarque le contraire où les infestations bien que très faibles sont surtout observées sur les pommes de terre à peau blanche (figure III.27).

Concernant l'influence de la zone agroclimatique sur le comportement des variétés étudiées vis-à-vis des maladies, on constate des symptômes d'infestation similaires entre le littoral, les plaines et les hauts plateaux (figure III.27). Néanmoins, on note des infestations de la maladie de la jambe noire plus élevées au niveau des hauts plateaux.

III.6.2. Variabilité des tendances de répartition des maladies en 2013

Les projections des variables des pourcentages d'infestation en maladies sur les variétés de pommes de terre étudiées, au cours de l'année 2013, sur le plan des deux axes orthogonaux F1xF2 de l'AFC sont représentées sur la figure 3.28. L'analyse est satisfaisante dans le sens où la somme des contributions des variances à l'inertie totale est supérieure à 70%.

Le dendrogramme de la CAH qui complète l'AFC fait ressortir 3 groupes distincts représentant les affinités des variétés de pomme de terre aux maladies virales, fongiques et bactériennes.

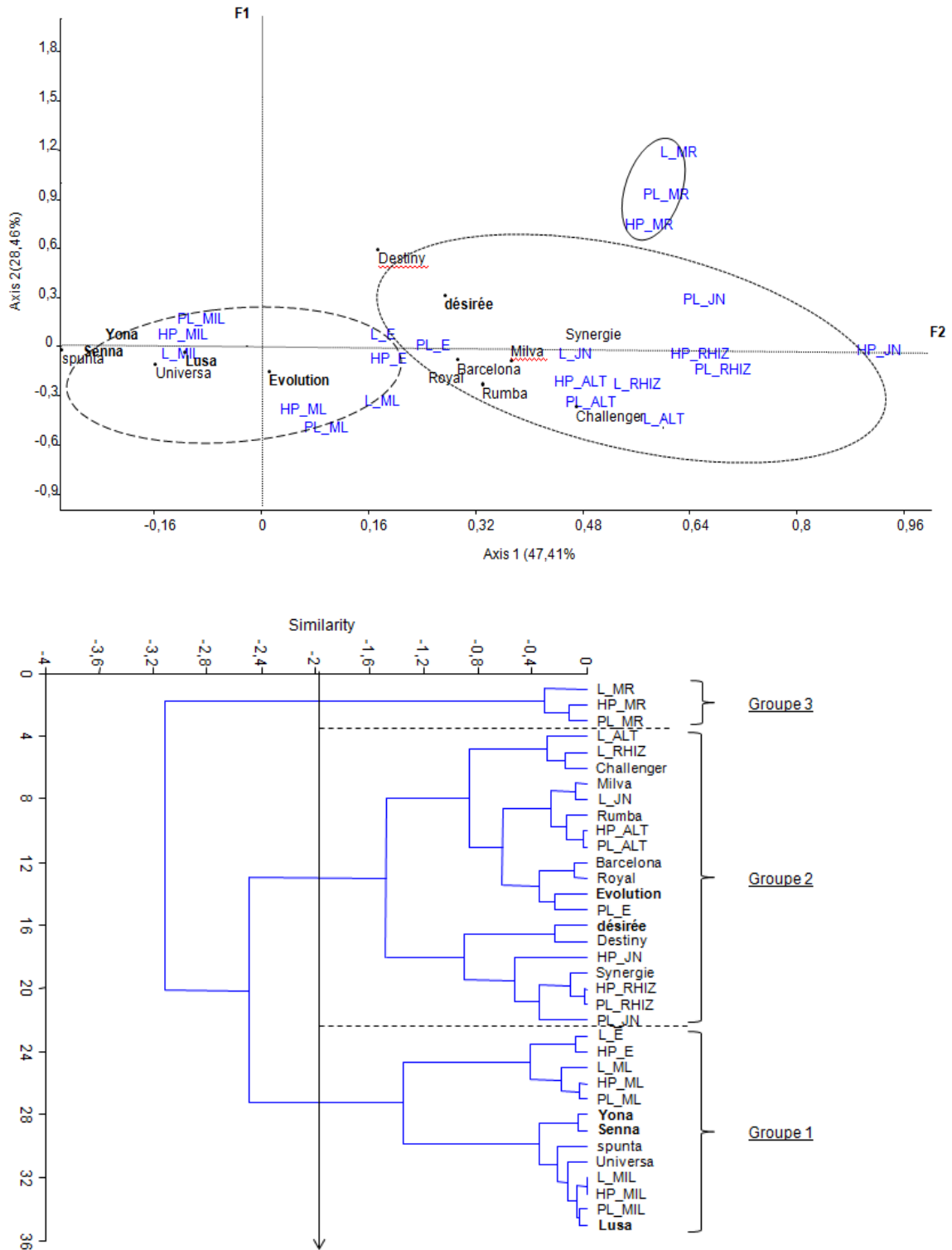


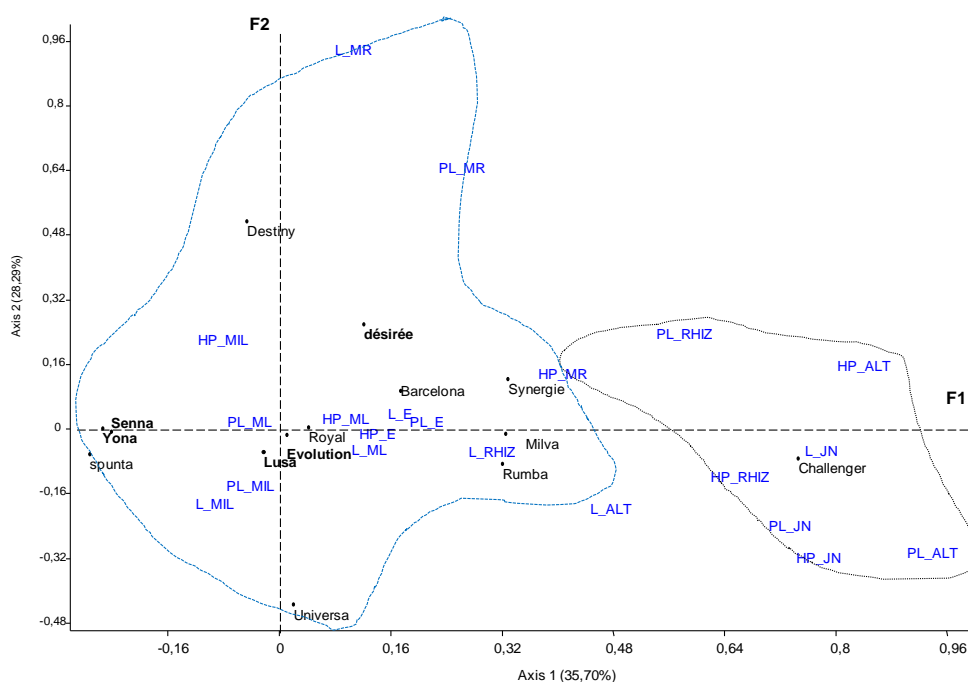
Figure III.28 : Projection des variables des infestations par les différentes maladies sur les variétés à peau blanche et à peau rouge étudiées sur le plan F1x2 de l'AFC et classification ascendante hiérarchique associée (2013).

Le groupe 1 caractérise les affinités entre les maladies de la mosaïque lisse et la maladie de l'enroulement ainsi que la maladie du mildiou avec les variétés à peau rouge 'Yona', 'Senna' et 'Lusa' et les variétés à peau blanche 'Spunta' et 'Universa'. au niveau des trois zones agroclimatiques. Le groupe 2 est le plus important où sont associées les variétés 'Challenger', 'Milva', 'Rumba', 'Barcelona' 'Royal', 'Evolution' 'Désirée', 'Destiny' et 'Synergie' aux maladies de l'Alternaria, Rhizoctonia et la maladie de la jambe noire. Le groupe 3 concerne les infestations par la maladie de la mosaïque rugueuse avec une très faible susceptibilité variétale.

III.6.3. Variabilité des tendances de répartition des maladies en 2014

Les projections des variables des pourcentages d'infestation en maladies sur les variétés de pommes de terre étudiées, au cours de l'année 2014, sur le plan des deux axes orthogonaux F1x2 de l'AFC sont représentées sur la figure III.29. L'analyse est satisfaisante dans le sens où la somme des contributions des variances à l'inertie totale est supérieure à 60%.

Le dendrogramme de la CAH qui complète l'AFC fait ressortir 2 groupes distincts représentant les affinités des variétés de pomme de terre aux maladies virales, fongiques et bactériennes.



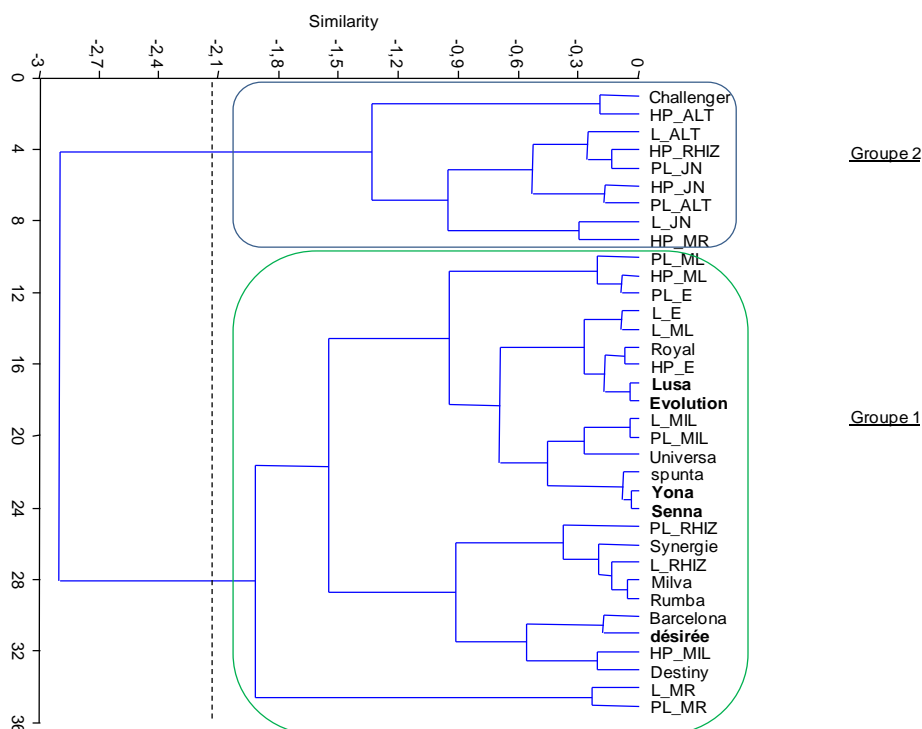


Figure III.29 : Projection des variables des infestations par les différentes maladies sur les variétés à peau blanche et à peau rouge étudiées sur le plan F1xF2 de l'AFC et classification ascendante hiérarchique associée (2013).

Le groupe 2 s'individualise dans le sens où de faibles infestations sont notées sur la variété à peau blanche 'Challenger' par l'Alternaria, le Rhizoctonia la maladie de la mosaïque rugueuse alors que la maladie de la jambe noire n'affecte pas cette variété. Le groupe 1 fait ressortir des sensibilités aux maladies très variables des autres variétés à travers les zones d'étude.

III.7. Analyse comparée de la sensibilité des variétés de pomme de terre étudiées aux principales maladies observées

III.7.1. Analyse comparée des infestations

Nous avons comparé à travers le modèle linéaire global les taux d'infestation respectifs des différentes variétés étudiées en relation avec les conditions expérimentales, afin d'entrevoir les différences et similitudes de sensibilité (figure III.30).

On peut remarquer que les taux d'infestation à l'ensemble des maladies virales, fongiques et bactériennes ne diffèrent pas selon la zone d'étude ou l'année ($p=0,92$, $p=0,70$) (fig. 3.30). En revanche, la sensibilité des variétés aux maladies fongiques surtout, diffère d'une variété à une autre ($p<0,1\%$). En effet, les variétés étudiées sont beaucoup plus sensibles au mildiou qu'au reste des maladies fongiques *Alternaria* et *Rhizoctonia* d'une part et aux maladies virales et maladie de la jambe noire d'autre part, ($p<0,1\%$). On peut voir également que les variétés à peau rouge 'Lusa', 'Senna' et 'Yona' et les variétés à peau blanche 'Universa', 'Spunta' et 'Destiny' figurent parmi les variétés les plus sensibles ($p<0,1\%$) (figure III.30). En outre, les variétés 'Challenger', 'Milva', 'Royal', 'Rumba' et 'Synergie' se sont avérées faiblement sensibles aux différentes maladies.

III.7.2. Variation des degrés de sensibilité globale des variétés de pomme de terre étudiées aux différentes maladies

En référence aux intervalles et échelle de sensibilité de la pomme de terre présentées dans le chapitre matériel et méthodes, nous avons pris comme exemple les résultats du comportement des variétés aux maladies durant l'année 2014 pour indiquer les différents degrés de sensibilité des variétés étudiées en relation avec les sites expérimentaux (tableaux III.11 et III.12).

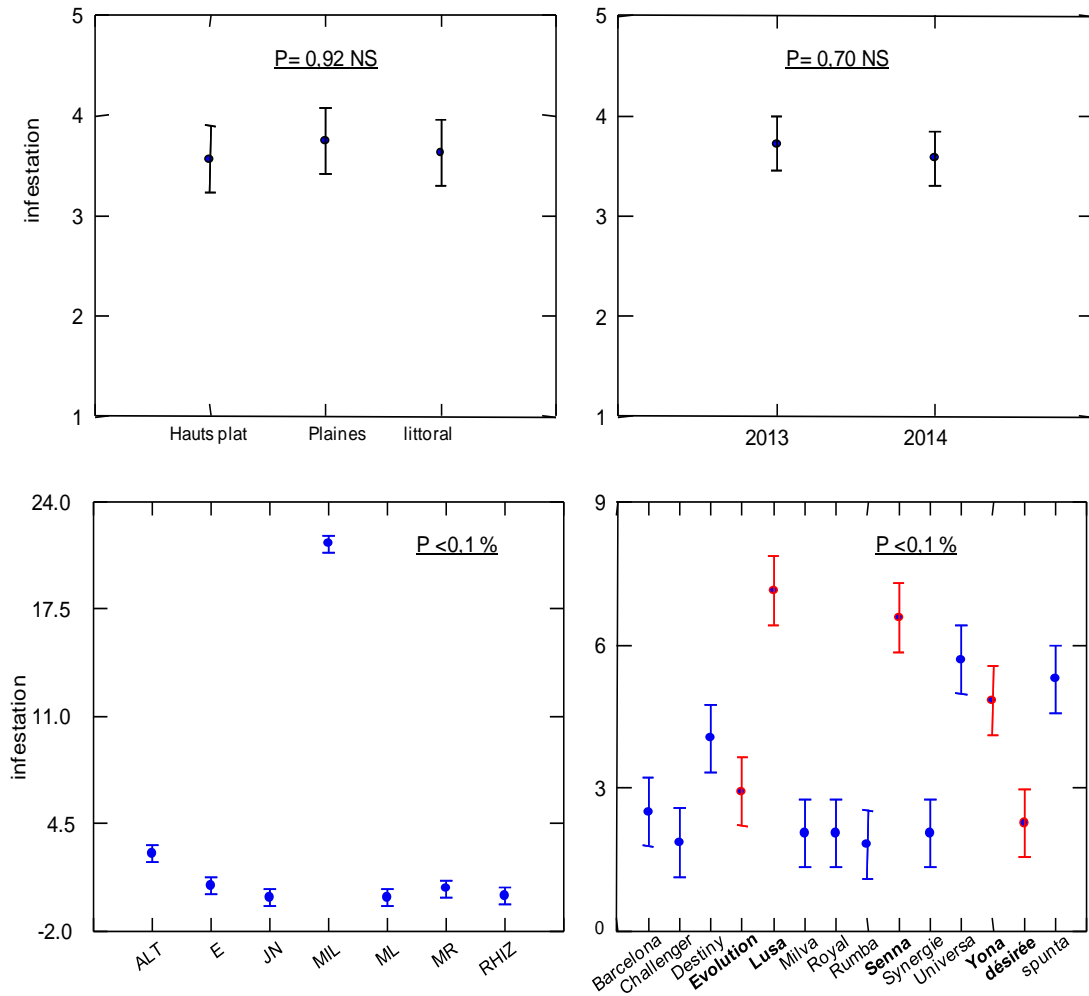


Figure III.30 : Analyses comparées des infestations par les maladies virales, fongiques et bactériennes (Anova, modèle linéaire global).

Le tableau 3.11 présente les degrés de sensibilité des variétés étudiées aux maladies virales. L'ensemble des variétés se sont montrés très peu sensibles à peu sensibles aux maladies de l'enroulement, de la mosaïque légère et de la mosaïque rugueuse, à l'exception de la variété à peau rouge 'Senna' qui est évaluée assez sensible dans les conditions de l'étude.

Tableau III.11 : Sensibilité des variétés étudiées aux maladies virales.

Var.	Enroulement			Mosaïque légère			Mosaïque rugueuse		
	LT	HP	PL	LT	HP	PL	LT	HP	PL
Spunta	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Challenger	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Milva	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Universa	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Synergie	PS	PS	AS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Barcelona	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Destiny	PS	PS	AS	TPS	TPS	TPS	PS	TPS	PS
Royal	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Rumba	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Désirée	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	PS	TPS
Lusa	PS	PS	AS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Evolution	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Yona	PS	PS	AS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Senna	AS	AS	AS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS

Les degrés de sensibilité des variétés étudiées aux maladies fongiques et bactériennes sont consignés dans le tableau III.12.

En général, les taux d'infestation observés ont permis de classer toutes les variétés très peu sensibles à l'*Alternaria*, au *Rhizoctonia* et à la jambe noire. Quelques exceptions se distinguent chez certaines variétés en relation avec les zones d'étude particulièrement envers l'*alternariose*.

C'est le cas de la variété 'Challenger' au niveau du littoral ; des variétés 'Milva', 'Synergie', 'Barcelona' et 'Lusa' au niveau des hauts plateaux; et des variétés 'Milva' et 'Universa' au niveau de la zone des plaines. Ces différentes variétés sont classées peu sensibles dans les conditions de l'étude.

Tableau III.12 : Sensibilité des variétés étudiées aux maladies fongiques et bactériennes.

Var.	Mildiou			Alternaria			Rhizoctonia			jambe noire		
	LT	HP	PL	LT	HP	PL	LT	HP	PL	LT	HP	PL
Spunta	TS	TS	TS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Challenger	AS	AS	AS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Milva	AS	AS	AS	TPS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Universa	TS	TS	TS	PS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Synergie	AS	AS	AS	TPS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Barcelona	S	S	S	TPS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Destiny	S	S	TS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Royal	AS	AS	S	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Rumba	AS	AS	AS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Désirée	S	S	S	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Lusa	TS	TS	TS	TPS	PS	PS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Evolution	S	S	S	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Yona	TS	TS	TS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS
Senna	TS	TS	TS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS	TPS

Les variétés de pomme de terre étudiées manifestent une grande variabilité de sensibilité au mildiou. Si on compare le comportement à cette maladie chez les variétés testées par rapport aux variétés témoins, on remarque une plus grande sensibilité des variétés à peau rouge testées par rapport à la variété 'Désirée' et une sensibilité au mildiou moins élevée des variétés de pomme de terre testées en comparaison avec la variété témoin 'Spunta' à l'exception pour 'Universa'.

Nos résultats montrent par ailleurs que les variétés très productives, à rendement élevé, s'avèrent assez sensibles au mildiou devant la variété 'spunta' qui est également une variété à haut rendement mais par contre très sensible à cette maladie.

III.7.3. Variation des degrés de sensibilité des variétés étudiées aux différentes maladies en relation avec les zones agroclimatiques

Nous avons classé les variétés étudiées par ordre d'importance de leur degré de sensibilité aux maladies virales, fongiques et à la maladie de la jambe

noire d'après les résultats obtenus sur les taux d'infestation au niveau des zones du littoral, des plaines et des hauts plateaux, (figure III.31).

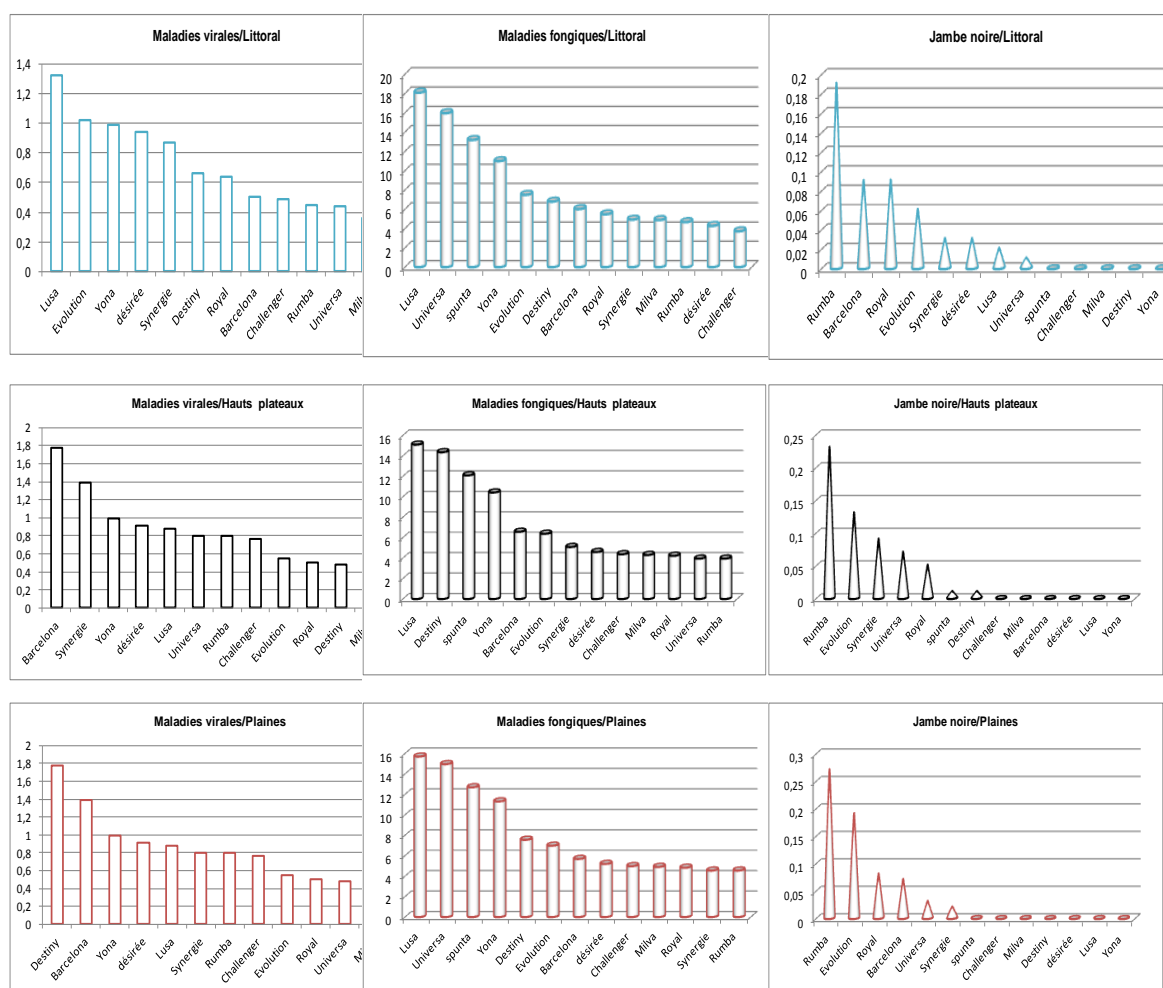


Figure III.31 : Variation des sensibilités variétales des pommes de terre étudiées aux différentes maladies.

Concernant les infestations par les maladies virales, les taux ne dépassent pas les 2% en général. Les valeurs maximales de ces taux varient de 1 à 1,4% au littoral, de 1 à 1,8% au niveau des hauts plateaux et des plaines (figure III.31). Dans chaque zone séparément, les variétés les plus infestées sont la variété 'Lusa', suivie par les variétés 'Evolution' et 'Yona' dans la zone du littoral; la variété 'Barcelona', suivie par les variétés 'Synergie' et 'Yona' dans la zone des hauts plateaux; les variétés 'Destiny' suivie par les variétés 'Barcelona' puis 'Yona' au niveau de la zone des plaines.

Concernant les maladies fongiques, les taux moyens d'infestation indiquent que les variétés les plus infestées sont successivement les variétés 'Lusa', 'Universa', 'Spunta' puis 'Yona' au littoral ; 'Lusa', 'Destiny', 'Spunta' puis 'Yona' dans la zone des hauts plateaux ; 'Lusa', 'Universa', 'Spunta' puis 'Yona' dans la zone des plaines, (figure III.32).

Enfin, malgré que les taux d'infestation par la malaie de la jambe noire soient très faibles, on peut avancer que la variété 'Rumba' est la plus infestée suivie par la variété 'Evolution', (figure III.31).

III.8. Variation des taux d'infestation des variétés de pomme de terre par les ravageurs dans les zones agroclimatiques étudiées en 2013 et 2014

L'infestation par la teigne de la pomme de terre s'est avérée très faible dans les conditions de l'étude en 2013 et 2014 et ne dépasse les 2%. La répartition de l'infestation par ce ravageur dans les trois zones d'étude est indiquée pour les deux années dans la figure III.32.

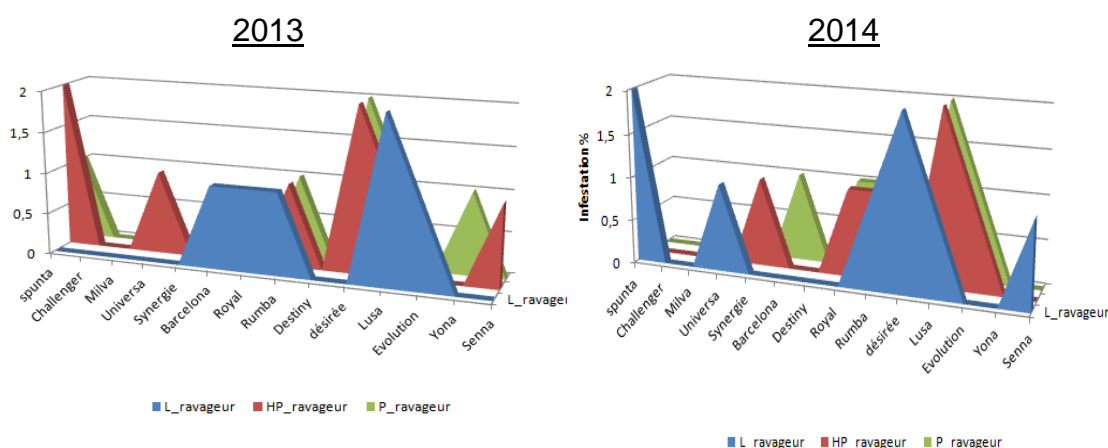


Figure III.32 : Variabilité des infestations par la teigne de la pomme de terre sur les variétés testées dans les zones étudiées.

L'apparition de la teigne de la pomme de terre semble plus prononcée en 2014 qu'en 2013 au niveau du littoral, l'inverse se produit au niveau des hauts

plateaux alors que le ravageur est moins présent dans la zone des plaines quel que soit l'année (figure III.32).

En 2013, les variétés 'Spunta' et 'Désirée' sont les plus infestées au niveau des hauts plateaux tandis que la variété 'Lusa' est la plus infestée dans la zone des plaines. En 2014, ce sont les mêmes variétés qui restent les plus infestées avec une variabilité entre les trois zones d'étude (figure III.32).

L'analyse de la variance sans interactions entre facteurs montre différence très hautement significative entre les infestations par la teigne des différentes variétés. En effet, comme il a été expliqué précédemment, les infestations de l'ordre de 2% ont été notées sur les variétés témoins 'Spunta' et 'Désirée' et la variété à peau rouge 'Lusa' mais pas sur les autres variétés où le taux d'infestation par la teigne a atteint seulement 1% ou il n'y a pas d'infestation dans la majorité des cas (figures III.32 et III.33). Dans les conditions de l'étude, les infestations par la teigne semblent similaires quel que soit la zone d'étude ou l'année.

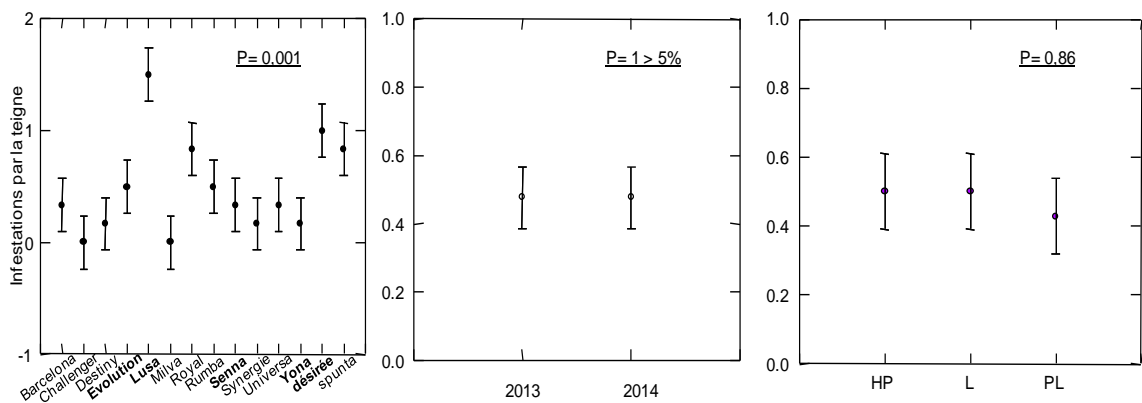


Figure III.33 : Analyse comparée des infestations par la teigne sur les variétés testées dans les trois zones d'étude.

III.9. Discussion

III.9.1. Rendement en Pomme de terre en fonction des années et selon les régions

De nombreux facteurs limitant biotiques et abiotiques peuvent impacter le rendement total et jouer un rôle très important sur la qualité des tubercules de Pomme de terre. La comparaison des rendements entre les neuf sites a fait ressortir clairement une supériorité des variétés 'Challenger' et 'Synergie' par rapport aux autres variétés, due probablement au nombre de germes développés par le tubercule. Les autres variétés développent moins de germes, voir même pour certaines d'entre elles (Lusa et Senna) un seul germe. En effet, Ravenel et al, (2009) [150] a révélé que le nombre de germes par tubercule varie selon les variétés, et influence directement le rendement.

Par ailleurs, et pour la même variété aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre les sites. Cependant, les rendements les plus importants sont ceux de Bouira, Ain Defla et Alger. Ceci peut être expliqué par l'effet direct de la texture des sols sur la croissance des plantes. Les rendements par ordre de croissance obtenus lors de notre études est sableux limoneux > limoneux-argileux > sableux > argileux-limoneux > argileux [151].

La comparaison des rendements entre les trois étages bioclimatiques a montré une importante production au niveau des zones littorales, suivie des plaines et enfin des hauts plateaux. Ce qui suggère une étroite relation entre les pratiques culturales appliquées dans chaque wilaya et le rendement en Pomme de terre. En d'autre terme, les plantations effectuées pendant la période des pluies stimulent plus la germination des tubercules, engendrant ainsi un rendement très élevé. De même, plus les dates de plantations s'éloignent de la saison des pluies et plus le rendement diminue. D'après Bodlaender (1986) [152], Deblond,PMK et Ledent [153], JF (2000) [154] et Deblond,PMK et Ledent, JF(2001) [155], l'analyse du comportement des variétés en fonction des caractéristiques du milieu, particulièrement l'alimentation hydrique est depuis longtemps un sujet de

préoccupation important pour la culture de Pomme de terre. Chehat, (2008) [156] signale que l'eau a été identifiée comme l'un des freins majeurs de la production. Ces mêmes auteurs affirment qu'avec un cycle de culture estivale (dans notre travail cela ressemble aux cas des hauts plateaux), les besoins en eau de la Pomme de terre sont importants en juin, juillet et août, période où les pluviométries sont souvent faibles [157].

III.9.2. Comportement des variétés de Pomme de terre aux bioagresseurs durant la période de l'étude

L'analyse des résultats obtenus pour les deux années 2013 et 2014, a fait ressortir la dominance des maladies cryptogamiques (mildiou de pomme de terre, *Alternaria* et *Rhizoctonia*). Elles sont suivies par les maladies virales, puis les maladies bactériennes et enfin les ravageurs en l'occurrence la teigne de la pomme de terre car aucun autre ravageur potentiel n'a été capturé au courant de l'étude [158].

Ceci fait ressortir que la culture de pomme de terre en Algérie fait l'objet de l'étude des maladies qui cause des dégâts très important par rapport aux ravageurs en plein champs [159] [160]. De plus, divers maladies et ravageur peuvent apparaitre ou continuer à se développer sur les tubercules pendant la période de conservation est entrainent une perte importante dans les rendements [161] [162].

Toutes les variétés se sont révélées peu sensibles à très peu sensibles aux maladies virales (virus de l'enroulement suivi par la mosaïque légère et enfin la mosaïque rugueuse) et peu résistantes aux maladies bactériennes en l'occurrence la maladie de la jambe noire [163] [164].

Par contre elles ont montré une nette sensibilité aux maladies cryptogamiques notamment le mildiou suivi avec une plus faible intensité par l'*Alternaria* et ensuite par le *Rhizoctonia* ce qui peut s'expliquer par les conditions climatiques enregistrées durant le cycle de végétation de la culture [166] [165].

Les techniques d'irrigation par aspiration vont constituer un micro climat favorable au développement des champignons. Selon Cired- Gret ,2002 [167], un

temps chaud et humide est favorable pour le mildiou et l'extension de la maladie est très rapide et peut provoquer des dégâts, sur les feuilles les tiges et les tubercules.

Il est à signaler que jusqu'à ce jour, il n'y a aucune variété de pomme de terre qui soit totalement résistante au mildiou (poly génique). Quelques cultivars affichent cependant un certain degré de résistance et font objet d'études approfondies dans les programmes de sélection comme la variété 'Sarpomira' et d'autres variétés ayant une tolérance donc une résistance mono génique [168] [169] et [170].

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) et classification ascendante hiérarchique des maladies pour les deux années (2013 et 2014) a clairement montré que il y a deux principaux groupes le première regroupe les variétés de pomme de terre challenger, synergie et Rumba avec les trois maladies *Alternaria*, *Rhizoctonia* et virus de l'enroulement et deuxième groupe regroupe le mildiou avec les autres variétés, ceci signifie que les variétés challenger, synergie et Rumba ont une certaine résistance vis-à-vis le mildiou d'où les rendements élevés obtenus.

Conclusion

CONCLUSION

La connaissance des exigences abiotiques des variétés de Pomme de terre et des pratiques culturales appliquées dans les différentes wilayas, permettraient de mieux valoriser la production et d'obtenir un rendement élevé. Dans ce contexte, mis à part de la possibilité de plantation des variétés à peaux blanches 'Challenger' et 'Synergie' dans tous les sites. Les résultats auxquels nous avons abouti indiquent la possibilité de cultiver la variété 'Royal' au littoral, 'Milva' au niveau des plaines, et 'Rumba' dans la zone des hauts plateaux.

Au vu de nombreuses contraintes liées au développement de la culture de pomme de terre en particulier les problèmes phytosanitaires, cette étude est orientée sur une meilleure gestion des principales maladies et ravageurs dont la maîtrise permettrait d'améliorer la production et la qualité de la semence de pomme de terre en Algérie.

Les cultivateurs de la pomme de terre sont confrontés au problème d'approvisionnement en semences de qualité, qui est devenu une des principales préoccupations des organismes producteurs et des centres de recherche qui travaillent sur cette filière. Compte tenu de l'intérêt de la semence de pommes de terre dans les projets engagés par les autorités nationales et qui ont pour but l'autosuffisance en ce produit, et l'amélioration de l'offre nationale en semences, C'est dans cette optique que nous avons inscrit ce travail de recherche sur Douze variétés de pomme de terre au niveau de neuf sites pour les campagnes 2013 et 2014. Les neuf sites sont répartis sur trois zones agroclimatiques le littoral les plaines et les hauts plateaux.

Ce travail vise à valoriser en qualité et en quantité, la production des variétés cultivées dans les conditions optimales de production pour leur permettre d'extérioriser tout leur potentiel. Ainsi, il vise à étudier l'adaptation de ces variétés aux conditions du milieu et leur comportement vis-à-vis des principales maladies (virales, bactériennes et fongiques) et les ravageurs qui peuvent affecter la culture de pomme de terre

Cette étude a permis de comparer les rendements des variétés mises dans des conditions optimales avec les témoins, et le comportement de ces variétés avec les témoins dans des conditions naturelles de contamination.

Toutes les variétés renferment des potentiels génétiques qui leur confèrent une authenticité et une pureté sur le plan physique soit la morphologie, la taille, nombre d'yeux, physiologique (niveau de dormance, vigueur de croissance) et comportement face aux ennemis ravageurs et maladies. Cependant une variété peut présenter plusieurs de ces qualités seulement sur le plan sensibilité aux maladies ainsi, elle peut être non tolérante. Pour palier à cette situation, il est nécessaire d'adopter des méthodes de lutttes appropriées pour cela l'efficacité des techniques de détection et de diagnostic est importante et un bon dépistage signifie une maîtrise de la situation et une entrave pour la propagation des maladies.

Le mildiou reste la maladie la plus grave et la plus importante sur la culture de pomme de terre, ce qui a amené le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural à déclencher un dispositif dit « anti-mildiou » par la création d'une cellule de veille, ayant pour mission le suivi, l'évaluation de la progression de la maladie et la sensibilisation des agriculteurs.

Cette maladie exige donc une action collective entre l'autorité phytosanitaire et la profession, tout en assurant un appui technique basé sur la prévention, la diffusion rapide des informations sur les premiers foyers du mildiou, lorsqu'ils apparaissent et le traitement à permettre aux producteurs d'intervenir avant la propagation d'une autre épidémie. Le problème du mildiou en Algérie étant d'actualité, nos résultats laissent apparaitre qu'il est indispensable d'encourager d'autres études pour une meilleure connaissance des populations algériennes de *P. infestans* à savoir Connaitre le comportement et la vulgarisation de nouvelles variétés homologuées et résistantes au mildiou en l'occurrence la « Sarpomira », la prévention des épidémies passe par l'utilisation de tubercules de semences sains.

APPENDICES

APPENDICES

APPENDICE A : LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations
 MADR : Ministère de l'Agriculture et du développement Rural
 CNCC : Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plants
 ADN : Acide désoxyribonucléique
 ARN : Acide ribonucléique
 CaCO₃ : Carbonate de calcium
 PDA : PotatoDixtroseAgar
 INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
 ST : Sans traitement
 AT : avec traitement
 ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles
 ACP : Analyse en composante principale
 CAH : Classification ascendante hiérarchique
 FR : Facteur de résistance
 FRAC : Fungicide Resistance Action Comitee
 RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism
 AFLP : Amplified Fragment Length Polyphormism
 R : Gène de résistance R
 SC : Somme des carrés
 DDL : Degré de liberté
 MC : Moyenne des carrés
 F : F critique
 HS : Hautement significative
 NS : Non significative
 S : Significative
 P : Probabilité
 CV : Coefficient de variation
 UE Union Européenne
 JO : Journal Officiel
 SSR Simple Sequence Repeats
 MLG Multi-Locus Genotype
 : Unités de mesures
 c : Concentration
 µg : Microgramme
 °C : Degré Celsius
 µm : Micromètre
 Kg : Kilogramme
 g : Gramme
 ha : Hectare
 Qx : Quintaux

PNDA : programme nationale de développement agricole

PRAR : programme

APPENDICE B : ANNEXES

Annexe 1

Le milieu de culture PDA est favorable pour la croissance des champignons phyto - pathogènes. A chaque préparation, une dose de 0,4 g de sodium azide a été ajouté dans 1 l de milieu pour limiter les contaminations bactériennes des milieux de culture.

Voici le protocole utilisé pour la préparation de milieu de culture pour la croissance des champignons :

Constituants :

- 200 g de Pomme de terre ; 15 g de Dextrose ou de sucre blanc de cannes ; - 20 g d'agar - agar, gélose ou de gélatine ; 1 litre d'eau distillée.

Préparation :

1. Dissoudre 20g d'agar-agar dans 300 ml d'eau distillée, homogénéiser la solution.

2. Peser 200g de pomme de terre, éplucher la pomme de terre, mélanger 200g de pomme de terre bien découpé avec 300 ml d'eau distillée,

Bouillir à 100° C pendant 20 à 25 minutes, ensuite recueillir l'eau de la pomme de terre environ 300 ml.

3. Le 300 ml de l'eau venant de la pomme de terre est mélangé à 300 ml de la solution agar - agar.

4. Ajuster ensuite le volume du mélange au moyen de l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.

5. Auto - claver le mélange à la température de 125° C, la pression de 1,4 bar pendant 15 minutes.

6. Sous hotte à flux laminaire, couler la solution obtenue sur des boîtes de Pétri.

7. Laisser sécher pendant 24 à 48 heures⁵⁵.

En présence de PDA de synthèse, la procédure devient simple, car il suffit de :

1. Prendre 39 gr de PDA de synthèse,

2. Le mélanger à 1 l d'eau distillée,

3. Secouer doucement jusqu'à obtenir un mélange homogène,

4. Auto - clavé sous une pression de 1,4 bar à la température de 125°C durant 15 minutes,
5. Laisser refroidir un peu sous le hotte, puis couler la solution sur les boîtes de Pétri,
6. Laisser sécher pendant 24 à 48 heures.

Annexe 2 :

Test ELISA

Cette méthode est constituée de 4 étapes successives (Figure 12) :

Etape 1 : Fixation des anticorps

Les anticorps sont dilués au 1/100^e dans le tampon de fixation. La dilution se fait juste avant l'utilisation. Les anticorps est déposé dans les puits de la plaque à raison de 100 µl/puits, afin d'éviter l'effet de bordure, les puits se trouvant aux bords des plaques sont remplis d'eau distillée. Ensuite, les plaques sont mises en incubation à 37°C pendant 2 heures (les plaques doivent être couvertes avec un film plastique adhésif).

Etape2 : Dépôt des échantillons

Après 3 lavages des plaques par le tampon de lavage, l'extrait des plantes est déposé à raison de 100 µl/puits accompagné par des échantillons à raison de 2 répétition par échantillon. Ensuite, les plaques sont mises au froid à 4° C pendant une nuit.

Etape 3 : Dépôt des anticorps conjugués

Après 3 lavages des plaques, les anticorps conjugués est dilue au 1/100^e dans le tampon conjugué, on les dépose dans les puits de la plaque à raison de 100 µl/puits. Ensuite, ils sont mis en incubation à 37°C pendant 2 heures. Les plaques doivent être couvertes avec un film plastique adhésif.

Etape 4 : Dépôt du substrat

Après 3 lavages des plaques, le substrat de l'enzyme paranitro-phenyl phosphate est dilué dans sa solution à raison de 100 µl /puits et les plaques sont mises en incubation à température ambiante.

2.3.3.4- Lecture des résultats

Après 30 minutes d'incubation, plusieurs lectures sont faites pour suivre l'évolution de la réaction enzymatique approximativement toutes les demi-heures.

Ce suivi se fait par observation visuelle des puits qui virent au jaune tandis que les mesures qualitatives se font sur spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 405 nm.

A partir de la densité optique des témoins négatifs, nous avons la possibilité de déterminer les échantillons viroses : l'échantillon est déclaré positif quand sa densité optique est supérieure à celle de la moyenne des témoins négatifs plus la somme des trois écart type (DO d'échantillon positif \geq (témoin négatif 1+témoin négatif 2+témoin négatif 3) /3) + (écart type1+ écart type2+écart type3).

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **Lualadio,Nb et Prakash, L, (2010)**. La pomme de terre bulletins d'information technique centre international de la pomme de terre (cip) p137.
- [2] **FAO ,2008** année international de la pomme de terre compte rendu de fin d'année organisation des nations unies pour l'alimentation Rome ISBN 798-92-5-306124-7.148p
- [3] **Clément, 1981** Potassium nutrition of Kennebec and Russet Bursank potatoes in Tasmania: Effect of soil and fertilizer potassium on yield, petrole and tuber potassium concentrations, and tuber quality. *Australian J Exp Agric* 32:521-527.
- [4] **OCDE 1997** Consensus document on the biology of Solanumtuberosumubsp, tuberosum (potato) 38p
- [5] **El Zbeita, (2001)**. Differential gene induction in resistant and susceptible potato cultivars at early stages of infection by phytophthora infestance.plant cell.203p
- [6] **F.A.O.S.TAT, 2014** production de semence de pomme de terre collection ITFC ITpt MADRP 20p
- [7] **ITCMI., 2013**. La culture de pomme de terre, situation de la production de pomme de terre en Algérie, p10.
- [8] **M.A.D.R.P., 2014**: Minestaire d'agriculture, Direction de statistique de système d'information (D.S.A). Minestaire d'Agriculture et Développement Rural
- [9] **M.A.D.R.P.a, 2010** Minestaire d'agriculture, Direction de statistique de système d'information (D.S.A). Minestaire d'Agriculture et Développement Rural
- [10] **Haddadin, Humeid, Qaroot, Robinson 2001**. Effect of exposure to light to solanine of two varieties of potato popular in Jordan; *Food chemistry* 73 (2001) 205-208
- [11] **D.S.A.El-Oued, 2017**. Annuaire Statistique da la Wilaya d'El-Oued, 2017.
- [12] **Diamantidis N. D., Koukios E. G 2000**; Agricultural crops and residues as feedstocks for non-food products in Western Europe. Elsevier, *Industrial Crops and Products* (2000) 97-106. GIPT (Groupement interprofessionnel pour la valorisation de la pomme de terre) ; Assemblée générale, Bilan féculier, 2003 (sur www.GIPT.net)
- [13] **Gernot, 2006**. Fungicide resistance in corp pathogens: How can it be managed. 2nd revised edition, FRAC. Belgium : 54 p.
- [14] **Polese,2006**. impacts des virus sur la production de pomme de terre vol 17 n4 juillet aout 2008 p1-19
- [15] **Debuigne G et Couplan F, 2009**. Petit Larousse des plantes médicinales. Front Cover. - Foreign Language Study - 383 p.

[16] **Chetibi, 2008.** Guide pratique de la production de semences pré-base, base et certifiée de la pomme de terre. *CFVA de Tougourt*. 29 p.

[17] **Starostins, G., 1977.** La pomme de terre. Cultures maraîchères spéciales. *Polycopié*. I.N.A. Département de Phytotechnie et agriculture générale. Laboratoire d'horticulture.

[18] **Oswaldo T, (2010).** Hommage à la pomme de terre. Heds. Haute école de santé Genève. Filière nutrition et diététique. 11p

[19] **Navarre R etvPavek M , 2014** the potato, Botany Production and Used Ed CPI Groupe

[20] **Rousselle P, Rousselle B, Ellisseche D., 1992**-La pomme de terre in Amélioration des espèces végétales cultivées .Gallais A, Bammerot H., 1992- SAE,

[21] **Huamàn Z 1986** systématique botany and morphology of the potato the potato technical information bulletin 17 international potato centre CIP Lima peru 20p

[22] **Chiej, 1982** les plantes médicinales guide vert ED SOLar Paris p291

[23] **Bourahlas 2015** évaluation de la réponse de pomme de terre cahiers agricultures vol 17 n4 juillet aout 2008 p1-19

[24] **Rousselle, P., Robert, Y., Grossuer, J.C, (1996).** La pomme de terre, production, Amélioration, Ennemis et Maladies. Utilisation. Edition R Doun, 278 p.

[25] **Soltner D, 2005** Les bases de la production végétales Ed. Coll. Scien. Tech. Agri. 16eme Ed.566 p..

[26] **Roddick J, Anna L 1999;** *Amelioration by glucose-6-phosphate and NADP of potato glycoalkaloid inhibition in cell enzyme and liposome assays ;* Phytochemistry 40 12_16

[27] **Martin P, 1989.** Physiological processes related to handling and storage quality of crops. In: Proceedings of the 21 st IPI Colloquium on: Methods of K Research in Plants, held at Louvain-la-Neuve, Belgium, 19-21 June 1989. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 219-248

[28] **Reguieg P, 2008.** Maladies et ravageurs des cultures maraîchères à l'exemple de Madagascar. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbiit (GTZ) GmbH, Almagne. 372 p.

[29] **Gernot, 2006** pomme de terre rapport maladies et enemies de pomme de terre 72 p.

[30] **Cortbaoui, 1988** planting potatoes technical information bulletin 11 international potato center lima peru 17p

[31] **Nouani Net Mekimene L**, 2008. Recherche *in vitro* de la résistance d'*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab à l'égard de quelques fongicides. Thèse de Magister. *Spécialité Phytotechnie*, INA. El Harrach, Algérie : 88 p.

[32] **F.A.O.STAT, 2015**. Les prospective agricoles de l'ocde et de la fao2 015

[33] **Anonyme a 2015** production de semence de pomme de terre collection ITFC ITpt MADRP 15p

[34] **Amrar S 2013**. Age physiologique et influence des conditions de stockage sous froid longue durée dans le développement de la culture de pomme de terre d'arrière saison et de primeur. *Macir revue 2*. Algérie. 11-14 pp

[35] **Anonyme b, 2015**. Technique de production de la pomme de terre au MAROC. Bulletin de liaison et d'information de PNTTA. transfert de technologie en agriculture N°52.P4

[36] **M.A.D.R.P., 2014a** : Minestaire d'agriculture, Direction de statistique de système d'information (D.S.A). Minestaire d'Agriculture et Développement Rural.

[37] **Anonyme, 2017**. Rapport de production et consommation du pomme de terre et en semence ONILEV.19p.

[38] **CNCC. 2013**. Catalogue officiel des variétés de pomme de terre commercialisé en Algérie p252.

[39] **Novak et Valbiom, 2002**. ValBiom - Biooptimisons nos agro-ressources biomasse, à savoir les ressources renouvelables issues de l'agriculture 19 p.

[40] **I.N.V.A., (2012)**. Rapport ternaire technique de production de pomme de terre catalogue périodique 22p

[41] **Rolot J. L. 2014**. Sustainability of the aeroponics production systems of pre-basic seed of potato in Peru. Demeulemeester, K.; Goeminne, M. (eds.). EAPR Abstracts book. 19. Triennial Conference EAPR. Brussels (Belgium). 6-11 jul 2014. (Belgium). EAPR. p. 200.

[42] **Anonyme, 1998**. la culture de pomme de terre de conservation ARVALIS/ITPT paris 72p

[43] **Jean J L, 2002**. Moyens de combattre et de détruire le Peronospora de la pomme de terre. *Mém. Soc. Nat. Agric. France*, T. 131. 130 pp

[44] **Riekman W, 1991**. maladies et ravageurs de la pomme de terre ED Th Mann 168p

[45] **Anonyme, 1998 b.** Maladies de la pomme de terre. Edition. I.T.C.F. Paris. 48p.

[46] **Mulder A et Turkensteen L J, 2005** potato diseases: Diseases pests and defects Ed Aardappelwereld p44

[47] **Anonyme a 2008** maladies et ravageur et désordre de la pomme de terre guide d'identification et fiche descriptive paris 192p

[48] **Anonyme b (2008),** Potatoes: Classification and Identification of Various Disorders. V.S. Dep. Agric. Visual Aid, Pot-L-I. Washington. D.C.

[49] **(Anonyme, 2004.** Age physiologique et préparation des semences. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture : www.gnb.ca

[50] **Zachmann M. J.,.** Potato late blight epidemics and population structure of *Phytophthora infestans*. *PhD Thesis, Wageningen Agricultural University*, Netherlands : 147 p.

[51] **Hoover 2001;** Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches : a review. *Carbohydrate Polymers*, 45 :3 :253-267. Improved applicability of potato starch as non-food raw material. Ministère Danois de l'Agriculture et de la Pêche. Danmark JordbrugsForskning sur www.agrsci.dk/pvj/karbi/mhm/project1.shtml du 18/10/00.

[52] **Rabetafika N,2003;** Rapport d'activités : Alternative à la destruction de farines animales, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, 2003. (Belgique)

[53]. **Diamantidis N. D., Koukios E. G 2000;** Agricultural crops and residues as feedstocks for non-food products in Western Europe. Elsevier, *Industrial Crops and Products* (2000) 97-106. GIPT (Groupement interprofessionnel pour la valorisation de la pomme de terre) ; Assemblée générale, Bilan féculier, 2003 (sur www.GIPT.net)

[54] **Corbière, R., Rekad, F. Z., Galfout. A., Andrison, D. et Bouznad, Z. 2010.** Phenotypic and genotypic characteristics of Algerian isolates of *Phytophthora infestans*. 12th Euroblight Workshop Arras-France: 14 p.

[55] **Garcia, M.; Ortiz, O.; Chuquillanqui, C.; Soplin, H. 2014.** Sustainability of the aeroponics production systems of pre-basic seed of potato in Peru. In: Goffart, J.P.; Rolot, J.L.; Demeulemeester, K.; Goeminne, M. (eds.). *EAPR Abstracts book*. 19. Triennial Conference EAPR. Brussels (Belgium). 6-11 jul 2014. (Belgium). EAPR. p. 200.

[56]. Hodgson. W.A .. D.D. Pond et 1. Munro. 1973. Maladies et ennemis de la de terre. Cano Dep. Agric. Publ. 1492/F. 78 pp. 1981. Compendium of Potato Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125

[57]. Ait ouada m ; Bouznad Z Kedad Moukabli et yahyaouiS 2008 principaux maladies et ravageur de la pomme de terre agents responsable dégâts condition de développement et méthode de lutte journée d'étude sur la filière de pomme de terre Ina el Harrache

[58] Martin C 1982 la bactériose vasculaire de la pomme de terre bulletin d'information technique centre internationale de la pomme de terre Lima Pérou 13p

[59] Blackman, R.L. et V.F. Eastop. 1984. on the World's Crops, An Identification Guide. J. Wiley & Sons, York; Toronto. 466 pp.

[60] Salazar J. N. et Carter, C. C. 1985. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Volume I : Biology and control. *Printed by North Carolina State University Graphics*. U.S.A , 422 p.

[61] Astier S, Alboury J, Maury Y et Iecoq., 2001 principe de virologie végétale génome pouvoir pathogène écologie des virus INRA Paris p165-281

[62] Roetschi, A. 2001. Arabidopsis-Phytophthora, un pathosysteme modèle pour la caractéristaion d'une interaction entre une plante et un pathogène oomycète. Thèse de doctorat. Diss. N° 1345. Imprimerie St-Paul, Fribourg 2001.

[63] Nouani A et Mekimene L 2008 Conservation et transformation de la pomme de terre journée étude sur la pomme de terre INA El harrach

[64] Zeiger, Ticeb1998, α -chanonine [20562-03-2] and α -solanine [20562-02-1] – *Review of toxicol literature*; National Institute of Environmental Health Sciences – North Carolina.

[65] Zwankhuizen, M. J., Govers, F et Zadocks, J. C. 1998. Development of potato late blight epidemics: disease foci, disease gradients, and infection sources. *Phytopathology* **88**: 754-763 pp.

[66] Walter Hamester, Uwe Hils1999; *World catalogue of potato varieties*; Agrimedia, Buchedition,

[67] Vaananen T, Pirjo K et Eija P 2007; *Comparison of commercial solid-phase extraction sorbents for the sample preparation of potato glycoalkaloids* Journal of Chromatography A, 869 (2000) 301–305

[68] Jmour, W. et Hamada, W. 2006. First report of A2 mating type of *Phytophthora infestans* in Tunisia using molecular markers and some observation on its métalaxyl resistance. *Tunisian Journal of Plant protection* 1: 85-91 pp

[69] Vivianne, Vleeshouwers,... *Does basal PR 2000, gene expression in Solanum species contribute to non-specific resistance to Phytophthora infestans?* ; physiological and molecular plant pathology 57 35-42

[70] INPV., 1984. La lutte contre le mildiou et l'alternariose dans la culture de la pomme de terre. *INPV El Harrach* : 06 p.

[71] Hooker S. 1982. Mineral nutrition. p.195-243. Dans: Roberts, E.H. (Ed.) *The potato crop*. London Chapman et Hall. New York.

[72] Harmen J. Zwijnenberg et al. 2002, *Native protein recovery from potato fruit juice by ultrafiltration* Elsevier.

[73] Moule C, 1972 : *Plantes sarclées et déverses*. J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris. 246 p.

[74] Percival M 1999. The influence of light upon glycoalkaloid and chlorophyll accumulation in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) ; *Plant Science* 145 (1999) 99–107

[75] Mark A. Bernards, Fawzi A. Razem 2000.; *The poly(phenolic) domain of potato suberin: a non-lignin cell wall bio-polymer* Elsevier;

[76] Bernhards U., 1998. *La pomme de terre Solanum tuberosum L.* Monographie. Institut National Agronomique Paris – Grignon.

[77] Singh et Trehan., 1998. Balanced fertilization to increase the yield of potato. In: *Proceedings of the IPI-PRII-PAU Workshop on: Balanced Fertilization in Punjab Agriculture*, held at Punjab Agricultural University, Ludhiana, India, 15-16 December 1997. pp. 129-139.

[78] JOEM et VITOSH., 1995. Influence of applied nitrogen on potato part II: Recovery and parüüoning of applied nitrogen. *Am. Pot. J.* 72: 73-84.

[79] Kemmler et Krauss., 1989. Potassium and stress tolerance. In: *Proceedings of the Workshop on: The Role of Potassium in Improving. Fertilizer Use Efficiency*,

held at Islamabad, Pakistan, 21-22 March, 1987. National Fertilizer Development Center, Islamabad, Pakistan. pp. 187-202.

[80] Anonyme 2012. Integrated Pest Management for Potatoes in the Western United States. Univ. Calif. Div. Agric. Natl. Resources. Publ. 3316. 146 pp.

[81] Kenneth S., 1966 : Plants de pomme de terre, sources d'approvisionnement et traitement edit. I.C.N.P.D.T la haye.

[82] Jackson et McBride., 1986. Yield and quality of potatoes improved with potassium and chloride fertilization. In: Special Bulletin on Chloride and Crop Production No. 2. (Ed.: T. L. Jackson). Potash & Phosphate Institute, Atlanta, Georgia. pp. 73-83.

[83] Réjean-Bacon, B. Sc. A. 2002. Gestion de la résistance aux fongicides. Laboratoire de phytopathologie, *Agriculture et Agroalimentaire*, Canada. Site de FRAC : 7 p.

[84] Kofe, 1958 : Les besoins du secteur de la croustille. p. 33 à 46. Dans: Cahier des conférences du colloque sur la pomme de terre - Mieux penser sa production en fonction de son marché. CPVQ. Québec.

[85] Neeteson et Zwetsloot., 1989: The nitrogen response of potato in the field: Nitrogen and yield, harvest index and nitrogen concentration. *Potato Research* 40: 237-248.

[86] Usherwood., 1985. The role of potassium in crop quality. In: Potassium in Agriculture (Ed: R.S. Munson). ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. pp. 489-513.

[87] Attila M et Ellström h, 2007. Les différentes étapes du cycle végétatif de la pomme de terre sont illustrées en Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). p 6

[88] Ralet Marie-Christine, Jacques Gueguen 2000 *Foaming Properties of Potato Raw Proteins and Isolated Fractions* INRA, Nantes,

[89] Abd EL Monaim H., 1999 : Production de pomme de terre. Maison. Arabe de l'édition et la distribution. 446 p (en arabe).

[90] Turner, S. J. et Fleming, C. C. 2002. Multiple selection of potato cyst nematode *Globodera pallida* virulence on a range of potato species. 1. Serial selection on *Solanum*-hybrids. *European Journal of Plant Pathology*. **108**: 461-467 pp.

[91] Lindhauer L., 1985. The role of potassium in the plant with emphasis on stress conditions (water, temperature, salinity). In: *Proceedings of the Potassium Symposium*. Pretoria, October 1985. Department of Agriculture and Water Supply, International Potash Institute and Fertilizer Society of South Africa. pp. 95-113.

[92] Starostins, G1977 la pomme de terre culture maraichère spéciales polycopie. INA Département de phytotechnie et agriculture générale

[93] ANONYME., 1979 : La pomme de terre : Maladies et Nématode. C.I.P.D.T. Lima-Pérou. 66p.

[94] Malet M : 2014. Notion d'âge physiologique et conséquences agronomiques sur la culture de pomme de terre primeurs. 11 pp. www.ordre-expertsinternationaux.com/site/data/articles/article-expertise-internationale-171.pdf, 19-03-2014.

[95] Roetschi, A. 2001. *Arabidopsis-Phytophthora, un pathosysteme modèle pour la caractérisation d'une interaction entre une plante et un pathogène oomycète*. Thèse de doctorat. Diss. N° 1345. Imprimerie St-Paul, Fribourg 2001.

[96] Locacio S, 1992. Calcium and potassium fertilization of potatoes grown in North Florida: 1. Effects on potato yield and tissue Ca and K concentrations. *Am Potato J* 69:95-104.

[97] Shermaker O, et Stalker 1993 ; *Production of cyclodextrins, a novel carbohydrate, in the tubers of transgenic potato plants*. *Bio/Technology*, 9, (10), (1991) 982-986 ONYENEHO, HETTIARACHCHY; *Antioxidant activity, fatty acids and phenolic acids compositions of potato peels*. *J. Sci. Food Agric.* , 62, (1993) 345-350.

[98] Spire, D. et Rousselle, P. 1996. La plante. Origine socio-économique. In: *La Pomme de Terre* (P. Rousselle, Y. Robert & J.C. Crosnier eds.), pp. 25-47. INRA Editions, Paris.

[99] Novak MH, Valbiom, 2002 *Transformation non-alimentaires de la pomme de terre* ;

[100] Soltanpour., 1969. Effect of nitrogen, phosphorus and zinc placement on yield and composition of potatoes. *Agron. J.* **61: 288- 289.**

[101] Adam T, Sidikou RD, Dumma A, Haougui A. and Basso A: 2006. Rapport d'activités de l'an 1, corus pomme de terre Niger. Corus Niger (éditeur), Niamey Niger. 23 pp.

[102] Murphy et Croven., 1959 : Factors affecting the specific gravity of the white potato in Maine. *Maine agric. Exp. Stn. Bull.* 583.

[103] Smith David B., James G. Roddick, J.et Leighton J 2001 ; Synergism between the potato glycoalkaloids α -chaconine and α -solanine in inhibition of snail feeding ; *Phytochemistry* 57 (2001) 229–234 Ulf Bernhards *La pomme de terre Solanum tuberosum L.*; Monographie Institut national agronomique Paris-Grignon

[104] Grison C., 1983- *La pomme de terre caractéristiques et qualité alimentaire.* Ed. CSTA, Rue de général Fay, 75008. Paris, 88p

[105] Madec Z et Perennec J en 1962: Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre. *Ann. Physio. Veg* pp 05-83

[106] Laumonier R., 1979- *Les cultures légumières et maraîchères. Tome 2.* Ed. J.B., Paris,p. 209-230.

[107] Kunkel et Holstad., 1972 : Potato chip color, specific gravity and ferülization of potatoes with N-P-K. *Am. Pot. J.* 49: 43-62.

[108] Inuinor. C 1970 : Production and chemical composition of potatoes related to placement and rate of nitrogen. *Am. Pot. J.* 48: **1-15.**

[109] Schepers, H. 2007. Late blight in potatoes. *Applied Plant Research.* Wageningen. 19 p.

[110] Herert D, et Crosnier J.C, 1975 : *Techniques agricoles encyclopédie*

Permanents Paris Ed. Technique.

[111] **Perrenoud., 1993.** Fertilizing for High Yield Potato. IPI Bulletin 8. 2nd Edition International Potash Institute, Basel, Switzerland.

[112] **Chamberlan D et Campagna., 1969.** Effet de différentes doses de N, P et K sur le rendement et la qualité de la pomme de terre. Can. J. Soi1 Sci. 49: 247-256.

[113] **Raman 1982.** de sotillo, hadley, holm ; *potato peel waste : stability and antioxydant activity of a freeze-dried extract.* journal of food science, 59, (5), (1994)1031-1033.

[114] **Coombs J., Hall C. 1998 ;** *Chemicals and polymers from biomass.* CPL Scientific Limited, Pergamon Renewable Energy 15 (1998) 54-59.

[115] **Lambion A, 2006** Advances in Potato Pest Management. Hutchinson 288 pp. M.E. 1979. Les pucerons nuisibles de la ide,fltificClirÔOll sur le terrain. Agdc. Cano Publ!. M.E. 1979. Les pucerons nuisibles de la cycle et clé d'identification. Agric. Cano Publ!. O'Brien. ML et A.E. Rich. 1976. Potato Diseases. U.S. Dep. Agric. Handb.474.79 Rich. AE. 1983. Disa/ses. Academic Press. New York. Londres. 238 pp.

[116] **Phillips, H. 1996 .** *A study of the toxic hazard that might be associated with the consumption of green potato tops ;* Food and chemical toxicology 34 (1996) 439-448

[117] **Dahnke et nelson., 1993.** Soils and fertilizer, pp 29-34. In. Bissonnette, H.L., *et al.*, (Eds) Potato production and pest management in North Dakota and Minnesota. Minnesota Ext Serv Bull 26. Univ of Minnesota, St. Paul, MN.

[118] **Comifer., 1993 :** Aide au diagnostic et à la prescription de la fertilisation phosphatée et137 potassique des grandes cultures, 28 p +annexes.

[119] **Jolivet, E. 1969.** Physiologie de la tubérisation. *Annal de phésiologie végétale* 11 : 198-199 pp.

[120] **Gunasena et Harris, 1971.** the effect of CCC, nitrogen and potassium on the growth and yield of two varieties of potatoes. J. Agric. Sci. Camb. 76,33-52.

[121] Yahia-messaoud., 1992 : Aptitude a la microtuberisation et à la collogénese "in Vitro" de la variété de pomme de terre " DIAMANT". Mémoire d'Ingénieur agronome, I.N.A. (Alger). 83 p.

[122] Messiaen, C. M., 1981. Les variétés résistantes, méthode de lutte contre les ennemis des plantes. *I.N.R.A, Paris*. 131-137 pp.

[123] Rapilly, F. 1991. L'Epidémiologie en Pathologie végétale. Mycoses aériennes. INRA Editions, Paris

[124] Radtke, W. et Rieckmann, W. 1991. Maladies et Ravageurs de la Pomme de Terre. Th. Mann, Gelsenkirchen-Bue, Canada, 120 p.

[125] Laing, C. 1998. Le mildiou de la pomme de terre. Bulletin d'information de la division de la gestion des demandes d'homologation et de l'information. *Agence Réglementaire de la parasitaire. Canada*.

[126] Kirk, P. M. Cannon, P. F. Winter D. W. et Stalpers, J. A. 2008. Dictionary of the Fungi. *CAB International Wallingford. UK*. 10 th ed. 750 p.

[127] Jensen, J.L. 1887. Moyens de combattre et de détruire le *Peronospora* de la pomme de terre. *Mém. Soc. Nat. Agric. France, T. 131*. 130 pp.

[128] Narpinder et al., Morphological 2002, *thermal and rheological properties of starches from different botanical sources* Department of Food Science and Technology, Guru Nanak Dev University, Amritsar, India

[129] Mengel G 1997. Impact of potassium on crop yield and quality with regard to economical and ecological aspects. In: Proceedings of the IPI Regional Workshop on: Food Security in the WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization, held at Bornova, Izmir, Turkey, 26-30 May 1997. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 157-174.

[130] De Bokx, IA, et IP.H. van der Want. eds. 1987. *VinL~es of Potatoes and Seed-potato Production*. 2e éd. Pudoc, Wageningen, Pays-Bas. 259 pp.
 Hampson, M.C. 1993. History, biology. and control of potato wart disease in Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 15:223-244.

[131] Kiraly F 1976. Plant disease resistance as influenced by biochemical effects of nutrients in fertilizers. In: *Proceedings of the IPI 12 th Colloquium on: Fertilizer Use and Plant Health*, held at Izmir, Turkey, 1976. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 33-46.

[132] Leroux, P. et Cavelier, N. 1983. Caractéristiques des souches de *Pseudocercospora herpotrichoides* agent du Piétin des céréales résistantes aux fongicides benzimidazoles et thiophanates. *Phytoma. La Défense des végétaux* 222 : 231-238 pp.

[133] Kessaci, M., 2006. L'importance des fruits et légumes dans la promotion de la nutrition et de la santé. Production de la pomme de terre en Algérie. *L'actuel International* 73, Algérie : 38-41 pp.

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

[135] Laughlin T 1971 : Production and chemical composition of potatoes related to placement and rate of nitrogen. *Am. Pot. J.* 48: 1-15.

[136] Delaplace S ,2007 .Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.).Thèse de doctorat. Académie universitaire WALLONIE – Europe. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux.171p.

[137] Mccollum R 1978. Analysis of potato growth under differing P regimes (II. Time by P-status interactions for growth and leaf efficiency). *Agron. J.* 70: 58-67.

[138] Giroux M., 1982. Effet de la fertilisation potassique sur le rendement de la pomme de terre en relation avec l'analyse de sol. *Cm. J. son Sci.* 62: 259-266

[139] Darpoux R et Dubelley M., 1967. Les plantes sarclées. Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole. 307p.

[140] Vasanthan T., W. Bergthaller, D. Driedger, J. Yeung, P. Sporns 1999; *Starch from Alberta potatoes: wet-isolation and some physicochemical properties* ; Elsevier ;

[141] Elmar A et Walfgan G 1988 . La fertilisation de la pomme de terre : quelques exemples en provenance des pays tropicaux et subtropicaux, in informations agricoles N°1 Ludwigs, R.F.A

[142] Kheine Bachir, 1987 . Etude d'une technique de contrôle de l'alimentation minérale de la pomme de terre (*solanum tuberosum*) THESE ING. I.N.A El Harrache, p.p 56.

[143] Vanderhofstadt B. and Jouan B . 2009. Guide technique, Culture de la pomme de terre en Afrique de l'ouest. Centre de

[144] Ozouf J 1961. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. Am. Pot. J. 67: 29-43. 142

[145] Anonyme, 2001. La valeur nutritionnelle .Instituts international .Food policy reesearch : [http //www.ifpri.egiar.org](http://www.ifpri.egiar.org).

[146] Greco N, 1966. L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Alger, Mara ... Cemagref, DDA, Chambre d'agriculture, Lyon, 28 p.

[147] Rauscher, G. M., Smart, C. D., Simko, 1., Bonierbale, M., Mayton, A., Greenland, A. et Fry, W. E. 2006. Characterization and mapping of Rpi-ber a novel potato late blight resistance gene from *Solanum berthoultii*. Theor. Appl. Genet. 112: 674-687 pp.

[148] Reust W., 1986 : Essais de fumure azotée sur différentes nouvelles variétés de pommes de terre de consommation, industrielle et fourragères. Revue suisse Agric. 18(2): 81 -85.

[149] Maclean., 1984. Time of application of ferüliuer nitrogen for potatoes in Atlantic Canada. Am. Pot. J. 61: 23-29.

[150] Ravenel C., Surleau C., Vannetzel E., Gravoueille J.M., (2009) La pomme de terre : du fonctionnement de la culture à l'élaboration de la qualité des

tubercules : Synthèse des travaux du projet de transfert «QUALTEC Pommes de terre » conduit de 2003 à 2008 sur le bassin de production de Picardie et du Nord Pas-de-Calais, 116 p.

[151] Nedjar H., 2000- Contribution à l'estimation des besoins en eau de la culture de la pomme de terre dans le périmètre de haut Chélif. Mém. Ing., Centre Universtaire de Khemis Miliana. 83 p

[152] Bodlaender K.B.A., (1986). Effects of drought on water use, photosynthesis and transpiration of potatoes. 1. Drought resistance and water use. In: Potato research of tomorrow. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 36-43

[153] Deblond,PMK et Ledent, JF (2000) Effects of moderate drought conditions on crop growth parameters and earliness of six potato cultivars under field conditions. *Agronomie*, 20, 595-608.

[154] Deblond,PMK et Ledent, JF(2001) Effects of moderate drought conditions on green leaf number,stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *Eur. J. Agron.* 14, 1-41.

[155] Gunasema R et Harris L, 1969. The effect of CCC and nitrogen on the growth and yleld of the second early potato variety Craig's Royal. *J. Agric. Sci. Camb.* 73: 245- 299.

[156] Chehat F 2008. La filière pomme de terre algérienne, une situation précaire, journée d'étude sur la filière de pomme de terre, situation et prospective, ENSA El Harrach, 11p

[157] Porter G et Sisson N 1993. Yield, market quality and petiole nitrate concentration of non-irriated Russet Burbank and Shepody potatoes in response to sidedressed nitmgen. *Am. Pot J.* 70: 101-i15.

[158] Rodriguez D S, Hadley, Holm 1994. *Phenolics in aqueous potato peel extract extraction, identification and degradation.* *Journal of Food Science*, 59, (3), (1994) 649-651.

[159] Giroux M, 1984. Effet de la fertilisation phosphatée sur la pomme de terre en relation avec l'analyse du sol et la source de phosphore utilisée. *Can. J. Soi1 Sci.* 64: 369-381.

[160] Hermansen, A., Hannukkala, A., Naerstad, R.H. et Brurberg, M.B. 2000. Variation in populations of *Phytophthora infestans* in Finland and Norway: mating type, metalaxyl resistance and virulence phenotype. *Plant Pathology* 49: 11-22 pp.

[161] Neggaz N., 1991 . l'influence de cinq doses d'azote sur la croissance et le rendement de la pomme de terre variété claustra. Thèse d'ingénieur de Chélif.

[162] Perennec P et Madec P., 1980 . Age physiologique du plant de pomme de terre. Incidence sur la germination et répercussion sur le comportement des plantes. *Potato Res.*, 23,183-199

- [163] **Claudia Tonón, Gustavo Daleo, Claudia Oliva 2001.** *An acidic β -1,3 glucanase from potato tubers appears to be patatin* Éditions scientifiques et médicales Elsevier, 2001 Communauté européenne ; Règlement n° 1868/94 du Conseil, du 27 juillet 1994, instituant un régime de contingentement pour la production de fécula de pomme de terre.
- [164] **Adams, S.S., et W.R Stevenson. 1989.** Water management, disease development and potato production. *Am. Potato* 1. 67:3-11. 54 pp.
- [165] **Rekad, F. Z., Guenaoui, Y., Andrivon, D. et Corbière, R. 2010.** Caractérisation phénotypique de l'Algérie. *2^{ème} Colloque International de Biotéchnologie*, 26-29 Avril 2010. Oran Algérie. d'isolats de *Phytophthora infestans* originaires de la région nord-ouest
- [166] **Fenghouro O., 2000.** Contribution à l'étude de la fertilisation minérale (N.P.K) de la pomme de terre
- [167] **Cired- Gret ,2002.** Mémento de l'agronome [Multimédia multisupport] / [publ. par] Ministère des Affaires étrangères, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET)
- [168] **Annie-Eve G, Michèle R. and Audrey R 2011.** Impacts directs et indirects des changements climatiques sur les ennemis des cultures, littérature cc-phyto-pdf, 119-2013 www.agrireseau.qc.ca/lab/document/Revue.
- [169] **Herlihy, 1989.** Effect of potassium on sugar accumulation in storage tissue. In: Proceedings of the IPI 21st Colloquium on: Methods of K Research in Plants, held at Louvain-la-Neuve, Belgium, 19-21 June 1989. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 259-270.
- [170] **Linsinka G., Leszczynski W.2009.** Potato Science and technology, Department of storage and food technology, Agricultural academy, Wroclaw, Poland; Elsevier applied Science London, New-York 1989

Publications scientifiques

IMPACT OF FUNGICIDES ON THE PERFORMANCE OF TEN VARIETIES OF POTATO NEWLY INTRODUCED IN ALGERIA

H. Khedam^{*1}, L. Allal Benfekih², L. Bendifallah¹, R. Moudoud²

¹Laboratoire de Technologie douce, Valorisation, Physico-chimie des Matériaux biologiques et Biodiversité, Département d'Agronomie, Faculté des Sciences, Université M'hamed Bougara, Boumerdès

²Laboratoire de recherche sur les plantes aromatiques et médicinales, département des Biotechnologies, FSNV, université de Blida 1

Received: 21 June 2017 / Accepted: 29 December 2017 / Published online: 01 January 2018

ABSTRACT

The potato is an increasingly important food in Algeria. Domestic production has increased in recent years due to high consumption. Faced with this increase in consumption, it is necessary to produce quality potatoes from the point of production yield. The present work aims to study the variability of potato production in relation to the production areas. On the other hand, newly introduced variety trials are conducted treated with fungicides. The yield results show that the Challenger and Synergy white-skinned varieties are the most profitable, the production has reached more than 350Qx / ha with a yield index greater than 100%, they have shown resistance to fungal diseases in contrast to varieties Lusa and Senna, which reacted negatively even with the foliar treatment, their yield is very low.

Keywords: Algeria, fungicide, potato, yield, varieties.

Author Correspondence, e-mail: hocine_agro@live.fr

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v10i1.22>

1. INTRODUCTION

1.1. Présentation de la pomme de terre

La pomme de terre cultivée (*Solanum tuberosum* L.), joue un rôle clé dans le système alimentaire mondiale. Ce légume, le plus productif au monde, est une source importante de



revenus et est l'une des denrées de base dans de nombreux pays. Elle est cultivée dans plus de 125 pays et est consommée quotidiennement par plus d'un milliard de personnes [8].

Conscient de l'importance de la pomme de terre et de son rôle d'aliment de base pour l'humanité, l'Assemblée générale des Nations unies a déclaré l'année 2008 comme année internationale de la pomme de terre et cela en guise de reconnaissance de l'importance de cette culture dans la sécurité alimentaire et l'éradication de la pauvreté et la famine à travers le monde [4].

La pomme de terre est une plante herbacée, vivace par ces tubercules [7]. Elle est classée quatrième culture la plus importante dans le monde après le riz, le maïs et le blé [3]. La culture de pomme de terre est une culture prometteuse et se classe parmi les plantes à tubercule les plus nutritives avec une teneur énergétique élevée. Son potentiel de rendement est important allant de 20 à 30 t/ha, et elle constitue une culture de rente pour de nombreux agriculteurs. La production mondiale est de 360.886.519 tonnes métriques répartis entre 152 pays producteurs de la pomme de terre à travers une surface de 20 millions d'hectares [5]. En 2012-2013, la production de pomme de terre en Algérie, toutes catégories confondues, se situe autour de 4.5 millions de tonnes dont 0,45 millions de tonnes de semences pour une superficie de l'ordre de 125000 hectares selon les données de l'Institut technique des Cultures Maraîchères et Industrielles [6] et 181 variétés de pomme de terre autorisées à la production et à la commercialisation [2]. La culture de la pomme de terre occupe une grande importance économique et sociale à l'échelle nationale, elle représente la première culture maraîchère du point de vue superficie en Algérie [1].

1.2. Facteurs limitants de la production

L'accroissement de la production et l'augmentation des rendements sont conditionnés par l'amélioration des conditions de production qui est à son tour régie par le respect des normes phytosanitaires qui permettent de prévenir et limiter les maladies pouvant toucher la culture de pomme de terre.

Toute fois, il faudrait veiller à limiter les baisses des rendements liées à la dégénérescence du matériel végétal de reproduction ainsi qu'aux pertes au stockage causées par de fortes infestations des ravageurs, et cela par la gestion des semences, le contrôle des insectes et des

maladies. La mise en place d'une protection phytosanitaire adéquate s'avère plus qu'indispensable dont l'objectif est d'augmenter les rendements et de maîtriser les itinéraires techniques de production et de stockage ainsi que la commercialisation.

Au regard des nombreuses contraintes liées au développement de cette culture dont principalement les problèmes phytosanitaires, la présente étude est axée sur les principales maladies cryptogamiques dont la maîtrise permettrait d'améliorer la productivité et la qualité technologiques pour arriver enfin à une semence de qualité.

Ainsi le choix variétal est l'un des objectifs à atteindre ; Faut-il procéder aux différents traitements phytosanitaires pour pallier aux maladies afin de maintenir les rendements à un niveau élevé ?

2. RESULTATS ET DISCUSSION

De manière générale, les rendements des variétés de pomme de terre soumises au traitement de fongicides sont élevés d'une manière très remarquable comparés aux rendements dont les variétés n'ont pas subi de traitement. Les résultats obtenus des deux essais sont notés dans le tableau 1, tableau 2 et les figures 1 et 2.

Tableau 1. Résultats du rendement des variétés sans l'utilisation de fongicides

Variétés	Alger	Skikda	Mostaganem	Littoral	Ain	Mascara	Mila	Plain	Tiaret	Bouira	Oum	Hauts
					Defla						Bouaghi	Plateaux
sp	290	285	280	285	282	270	260	270,66	265	270	260	265
c	370	350	390	370	380	350	360	363,33	305	315	300	306,66
s	335	320	350	335	370	345	340	351,66	300	295	295	296,66
m	290	300	280	290	360	295	300	318,33	280	280	230	263,33
r	240	230	230	233,33	270	220	210	233,33	285	295	225	268,33
ro	310	300	310	306,66	280	260	275	271,66	225	245	190	220
b	220	230	220	223,33	220	240	235	231,66	250	275	210	245
de	280	280	270	276,66	280	272	260	270,66	255	260	255	256,66
lu	180	155	145	160	145	190	158	164,33	145	150	120	138,33
sen	190	160	170	173,33	160	160	160	160	150	145	140	145
ev	260	305	235	266,66	240	255	250	248,33	255	250	245	250
yo	245	280	255	260	235	245	240	240	245	250	250	248,33

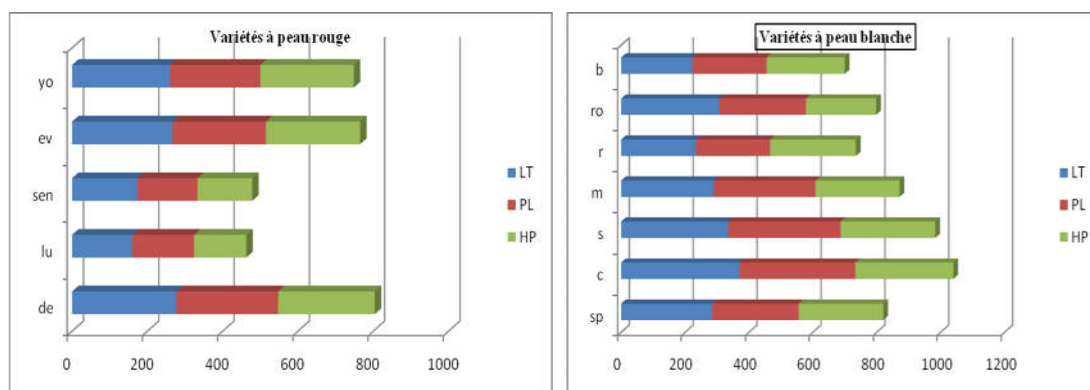


Fig.1. : Diagramme du rendement des variétés sans l'utilisation des fongicides

Tableau 2. Résultats du rendement des variétés avec l'utilisation des fongicides

Variétés	Alger	Skikda	Mostaganem	Littoral	Ain	Mascara	Mila	Plain	Tiaret	Bouira	Oum	Hauts
				Defla							Bouaghi	Plateaux
sp	350	345	335	343,33	360	350	330	347,33	325	340	310	325
c	460	450	460	456,66	453	460	440	439,33	405	415	395	405
s	425	410	430	421,66	450	425	410	433,33	390	415	395	400
m	310	305	290	301,66	365	310	345	356,67	280	290	270	280
r	260	245	250	251,66	250	260	225	251,67	285	295	275	285
ro	360	350	340	350	280	360	275	281,67	245	250	240	245
b	265	250	230	248,33	245	265	245	246,67	255	260	235	250
de	320	310	302	343,33	340	320	305	347,33	295	304	295	325
lu	180	160	152	456,66	190	180	175	439,33	145	150	148	405
sen	190	175	180	421,66	160	190	178	433,33	150	165	150	400
ev	270	310	250	301,66	255	270	290	356,67	265	260	285	280
yo	265	290	260	251,66	245	265	285	251,67	255	260	280	285

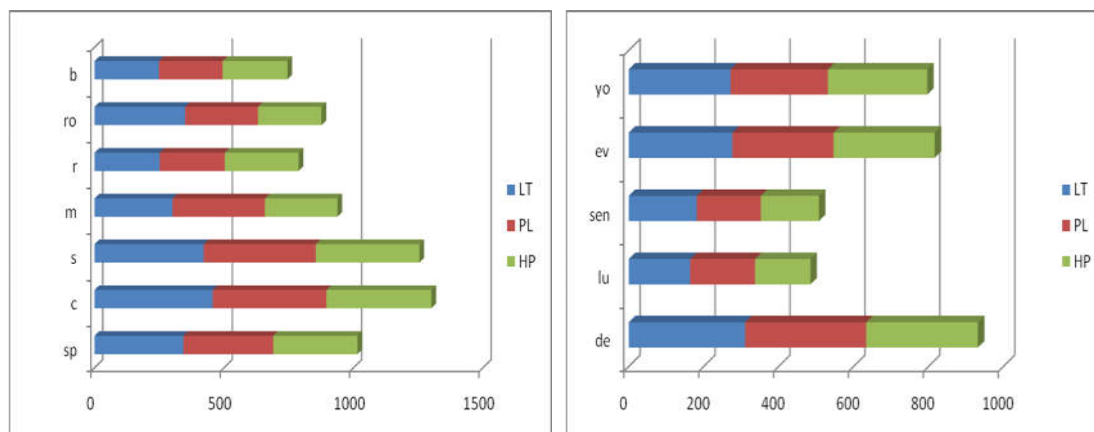


Fig.2. Diagramme du rendement des variétés avec l'utilisation des fongicides

3. PARTIE EXPERIMENTALE

Les essais ont été effectués sur 10 variétés de semence de pomme de terre : 04 variétés à peau rouges, 06 variétés à peau blanches et 02 qui servent de témoins (Spunta et désirée). Les essais sont conduits en randomisation totale avec quatre répétitions. L'objectif de l'essai « Rendement » est l'appréciation de la production des variétés en quantité et en qualité. Celles-ci sont cultivées dans les conditions optimales de production pour leur permettre d'extérioriser tout leur potentiel, avec conduites culturales. L'autre essai est conduit sans l'utilisation des fongicides. Cette étude permet de comparer les deux essais et de voir l'impact des fongicides sur le rendement.

- Longueur des billons : 6m.
- Distance entre les billons : 0,75 m.
- Distance entre les plants : 0,30 m.
- Nombre de plants par billon : 20 plants.
- Nombre de billons par répétition : 2 billons.
- Nombre de répétitions : 04.

Les travaux réalisés sur le terrain sont : désherbage chimique (total), labour profond, discage + croisade, nivelage (Herse : cultivateur11dents) + rayonnage, pré-irrigation, épandage d'engrais de fond (15.15.15) : 600 g/ billon.

Les travaux d'entretien des essais : désherbage chimique à base de Sencor mitribuzine 250 gr/400 l ; épandage d'engrais par l'utilisation de l'Urée (46) 100 g. ; Binage + Buttage, des

traitements fongicide et insecticide, et enfin la récolte.

4. CONCLUSION

A travers les résultats obtenus, les variétés Challenger et Synergie à peaux blanches sont les plus rentables dans tous les sites d'essai

Les maladies et les ravageurs de la pomme de terre affectent négativement les rendements et la qualité de production de la pomme de terre. A cet effet, il faut établir une étude sur les principaux parasites (maladies et ravageurs) affectant cette spéculacion en réalisant un inventaire à travers chaque région d'étude afin d'entammer un calendrier de traitement correspondant à chaque région.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Nous tenons à remercier le Centre Nationale de Contrôle et de Certification des plants et semences CNCC pour son aide précieuse.

6. REFERENCES

- [1] Chehat, 2008. La filière pomme de terre algérienne, une situation précaire, journée d'étude sur la filière de pomme de terre, situation et prospective, ENSA EL HARRACH, 11p
- [2] CNCC. , 2013. Catalogue officiel des variétés de pomme de terre commercialisé en Algérie p52.
- [3] El Zbeita et al, 2001. Differential gene induction in resistant and susceptible potato cultivars at early stages of infection by phytophthora infestance.plant cell.203p.
- [4] F.A.O., 2008 Stat, produit par pays, [http//faostat.org/site/217/default.aspx](http://faostat.org/site/217/default.aspx)
- [5] FAO. , 2013. Stat, produit par pays, [http//faostat.org/site/339/default.aspx](http://faostat.org/site/339/default.aspx)
- [6] ITCMI., 2013. La culture de pomme de terre, situation de la production de pomme de terre en Algérie, p10.
- [7] Rousselle P, Robert Y, Grossuer J.C, 1996. La pomme de terre production, Amélioration, Ennemis et Maladies. Utilisation édition R Doun, 278
- [8] Prakash N,P, 2010 La pomme de terre bulletins d'information technique centre

international de la pomme de terre (cip) p137.

How to cite this article:

Khedam H, Allal Benfekih L, Bendifallah L, Moudoud R. Impact des fongicides sur le rendement de dix variétés de pomme de terre nouvellement introduites en Algérie. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2018, *10(1)*, 301-307.

EFFET DE LA VARIATION CLIMATIQUE DES ZONES DE PRODUCTION SUR LE COMPORTEMENT ET LE RENDEMENT DE VARIÉTÉS INTRODUITES DE POMME DE TERRE EN ALGÉRIE

KHEDDAM Hocine^{1,3*}, ALLAL-BENFEKIH Leila², BENDIFALLAH Leila³ et MOUDOUD Razika¹

(1) Université de Blida 1 -Faculté de Sciences de la Nature et de la Vie - Département des Biotechnologies - Laboratoire de recherche en Biotechnologies des Productions Végétales, Route de Soumâa, BP 270, Blida, 09000, Algérie.

(2) Université de Blida 1 -Faculté de sciences de la nature et de la vie - Département des Biotechnologies - Laboratoire de Recherche en Plantes Aromatiques et Médicinales, Route de Soumâa, BP 270, Blida, 09000, Algérie.

(3) Université de Boumerdes -Faculté de sciences - Département d' Agronomie - Laboratoire de Technologie douce, Valorisation, Physico-chimie des matériaux biologiques et Biodiversité, Boumerdes, 35000, Algérie.

Reçu le 23/11/2017, Révisé le 28/12/2017, Accepté le 31/12/2017

Résumé

Description du sujet : La pomme de terre constitue un aliment de base en Algérie. Il y a nécessité de produire des pommes de terre de qualité du point de vue rendement en production. Nous nous sommes intéressés à étudier la variabilité des productions en relation avec les zones de production algériennes en testant des variétés nouvellement introduites.

Méthode : Les expérimentations ont été réalisées dans trois zones de production situées au niveau de divers étages bioclimatiques, respectivement au littoral, dans les plaines et les hauts plateaux. Nous avons évalué les rendements (Qx/ha) de douze variétés homologuées de pomme de terre provenant de France et des Pays Bas en comparaison avec les variétés les plus cultivées en Algérie telles que « Spunta » et « Désirée » pendant la période de saison des années 2013 et 2014 dans les stations étudiées. Une analyse de variance à 3 facteurs a été utilisée pour estimer la variabilité des rendements.

Résultats : Les résultats montrent que les variétés 'Challenger', 'Synergie', sont les plus rentables atteignant plus de 350 Qx/ha dans les trois différents zones climatiques. La variété « Royal » a donné un bon rendement de 270 Qx/ha en zone littorale, la variété « Milva » a donné le meilleur rendement qui est de 230Qx/ha, alors que la variété « Rumba » a donné le rendement le plus élevé de 250 Qx/ha au niveau des hauts plateaux à Tiaret. Les autres variétés telles que « Lusa » et « Senna » ont réagi d'une manière négative aux différents climats par rapport aux témoins.

Conclusion : La connaissance des exigences abiotiques des variétés de pomme de terre et des pratiques culturales appliquées dans les différentes wilayas, permettra de planer des variétés Challenger et Synergie à peaux blanches dans tous les sites.

Mots clés: Algérie, climat, étage bioclimatique, pomme de terre, rendement, variétés.

EFFECT OF CLIMATIC CHANGE IN PRODUCTION AREAS ON THE BEHAVIOR AND PERFORMANCE OF POTATO VARIETIES IN ALGERIA

Abstract

Description of the subject: The potato is a staple food in Algeria. There is a need to produce quality potatoes from the point of view production yield. We were interested in studying the variability of the productions in relation with the Algerian production zones by testing newly introduced varieties.

Methods: The experiments were carried out in three production zones located at different bioclimatic levels, respectively at the coast, the plains and the highlands. We evaluated the yields (Qx / ha) of 12 registered varieties of potato from France and the Netherlands in comparison with those of the most cultivated fixed varieties in Algeria "Spunta" and "Désirée" during the growing season. the year 2013 and 2014 in the studied stations. A 3-way analysis of variance was used to estimate the variability of the yields.

Results : The results show that 'Challenger' varieties, 'Synergy', are the most profitable reaching more than 350 Qx / ha in the three different climatic zones. The "Royal" variety gave a good yield of 270 Qx / ha in the littoral zone, the "Milva" variety gave the best yield of 230Qx / ha, while the "Rumba" variety gave the highest yield. 250Qx / ha at the highlands in Tiaret. Other varieties such as "Lusa" and "Senna" reacted negatively to different climates compared to controls.

Conclusion: Knowledge of the abiotic requirements of the potato varieties and the cultural practices applied in the various wilayas, would allow the planting of the varieties Challenger and Synergie with white skins in all the sites.

Keywords: Algeria, Climate, Bioclimatic Floor, Potato, Yield, Varieties

*Auteur correspondant: KHEDAM Hocine, E-mail : hocine_agro@live.fr

INTRODUCTION

La pomme de terre cultivée (*Solanum tuberosum* L.), plante herbacée vivace, joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial et se classe parmi les plantes à tubercules les plus nutritives avec une teneur énergétique élevée [1]. Ce légume, le plus productif au monde, est une source importante de revenus et l'une des denrées de base dans de nombreux pays. Il est cultivé dans plus de 125 pays et consommé quotidiennement par plus d'un milliard de personnes [2]. La pomme de terre est classée quatrième culture en matière d'importance dans le monde après le riz, le maïs et le blé [3]. Avec un potentiel de rendement important (20 à 30 t/ha), elle constitue une culture de rente pour de nombreux agriculteurs. La production mondiale en 2013 est de 360.886.519 tonnes métriques réparties entre 152 pays producteurs de la pomme de terre à travers une surface de 20 millions d'hectares [4]. A l'échelle nationale, c'est la première culture maraîchère du point de vue superficie [5] avec une production, toute catégorie confondue, de 4.5 millions de tonnes en 2012-2013, dont 0.45 millions de tonnes de semences pour une superficie de l'ordre de 125000 hectares [6]. En 2014, on estime la production nationale à 4 400 000 tonnes et une consommation entre 250 000 et 300 000 tonnes de pomme de terre par mois. D'après les statistiques du Centre National de Contrôle et de Certification [7], 181 variétés de pomme de terre sont autorisées à la production et à la commercialisation. La filière pomme de terre dans tous ses volets semences et consommation,

occupe aujourd'hui une place stratégique dans la politique du renouveau agricole et rural tracée par le ministère de l'agriculture et du développement rural. Malgré une extension rapide depuis les années 2000, les besoins nationaux en semences sont de l'ordre de 300.000 tonnes par an, soit 65% des besoins en semences importées avec une facture d'importation de 40 et 70 millions de dollars [8]. Or, ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises pour les conditions édapho-climatiques algériennes. Une enveloppe budgétaire importante a été consacrée par l'état pour prendre en charge la production des semences afin d'améliorer et augmenter les rendements. L'objectif de cette étude est d'appréhender les rendements en quantité et en qualité de quelques variétés de pomme de terre introduites de manière à cultiver durablement les variétés performantes et adaptées aux différentes zones de prédilection de la culture.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Zones d'étude et climatologie

Les parcelles expérimentales ont été choisies au niveau de deux bioclimatiques du Nord algérien. Trois zones. Trois stations ont été considérées par zone, réparties sur deux étages bioclimatiques respectivement Alger, Skikda et Mostaganem, en zone littorale appartenant à l'étage subhumide ; Ain Defla, Mascara et Mila, au niveau des plaines et Tiaret, Bouira et Oum Bouaghi dans la zone des hauts plateaux, à l'étage semi-aride (Fig. 1).

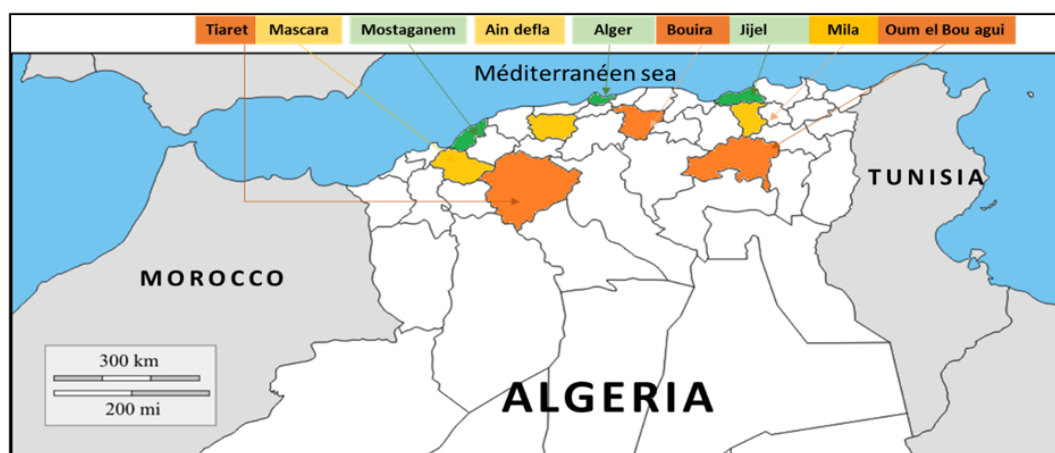


Figure 1 : Présentation du climat de trois zones expérimentales à travers deux étages bioclimatiques

Du point de vue bioclimatique, les différentes régions se caractérisent par un étage subhumide avec un hiver doux en zone littorale, pour l'étage semi aride avec un hiver frais dans la zone des plaines et par un étage semi aride avec un hiver froid au niveau de la zone des hauts plateaux (Fig. 2).

Les zones d'étude se caractérisent par des quantités de précipitations annuelles de 224,6 mm, 168,6 mm et 172 mm respectivement à Alger,

Skikda et Mostaganem; 157 mm, 83 mm et 82,2 mm respectivement à Ain Defla, Mascara et Mila, et 77 mm, 82 mm et 73mm respectivement dans les régions de Tiaret, Bouira et Oum Bouaghi. Les mois les plus secs sont représentés par ceux de Juillet et Août en zone littorale, le mois de juillet au niveau des plaines et les mois de mai à juillet concernant la zone des hauts plateaux.

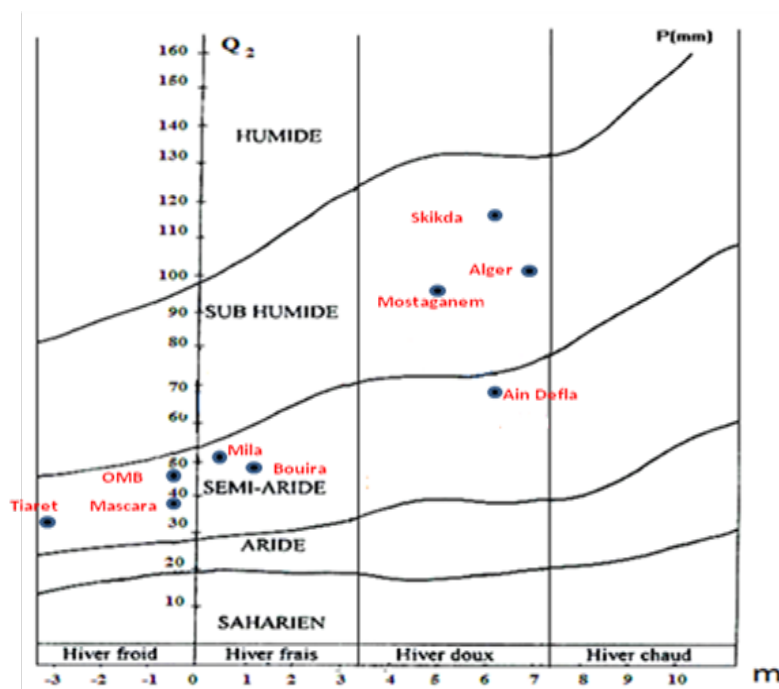


Figure 2 : Répartition des différentes régions dans le climagramme d'Emberger

2. Variétés étudiées et conduite de la culture

En Algérie, la pomme de terre est cultivée tout au long de l'année en trois tranches de culture qui sont la primeur, la saison et l'arrière-saison où le cycle végétatif dure entre 90 à 180 jours [6]. Ce ci permet de disposer d'un calendrier de culture sur toute l'année. Un nombre de douze (12) variétés de semences de pomme de terre introduites sont testées dont 4 variétés à peau rouge et 8 variétés à peau blanche tandis que les variétés locales prises comme témoins sont «Spunta» et «désirée». Les parcelles expérimentales sont soumises à un même itinéraire technique, une même conduite culturale et phytosanitaire dans les conditions optimales conventionnelles de culture. Les essais sont conduits en randomisation totale avec quatre répétitions.

Pour chaque répétition (unité expérimentale), nous avons tracé deux billons d'une longueur de 6 mètres avec une distance les séparant de 0,75m. Nous avons planté 20 plants par billon avec une distance inter plants de 0,30m.

3. Pratiques culturales

Les travaux réalisés consistent en un labour profond, - Discage + croisade, Nivelage à l'aide d'une herse (cultivateur 11 dents) + Rayonnage, - une pré irrigation avec l'épandage d'un engrais de fond : (15.15.15) à raison de 600 g d'engrais/ billon. Des travaux d'entretien au niveau des unités expérimentales ont eu lieu : -désherbage Chimique avec Sencor métribuzine 250 gr/400 l ; - Epandage d'engrais avec Urée (46) 100 g ; - Binage+ Buttage, des traitements fongicides et insecticides sont réalisés.

En Algérie, la culture de pomme de terre s'étend sur quatre zones où les potentialités terre-eau sont les plus disponibles : le littoral, le sublittoral, l'atlas tellien et les hautes plaines. Les dates limites des plantations selon les zones agro-climatiques sont : à la mi-février pour les zones littorales et sublittorale, à la mi-mars au niveau des plaines intérieures. Alors qu'elles commencent au niveau des hauts plateaux à partir de la mi-mai. Les dates limites des récoltes selon les zones agro-climatiques débutent à partir de la mi-juin pour les zones littorales et sublittorales, et de la mi-juillet au niveau des plaines intérieures. Alors qu'elles commencent au niveau des hauts plateaux à partir de mi- septembre [9].

4. Analyses statistiques

L'analyse statistique est réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA. Elle est appliquée sur les rendements en quintaux par hectare des variétés de pomme de terre et permet de comparer les moyennes à un facteur.

Ceci permet de tester la différence entre les rendements des variétés par rapport aux témoins. L'analyse statistique est réalisée sur le rendement au niveau de chaque site et par tranche de production. Le test de comparaison des moyennes utilisé est le test de Newman et Keuls avec un risque d'erreur de 5%.

RÉSULTATS

1. Variabilité des rendements selon les zones agro climatiques

Pour les mêmes variétés, les rendements paraissent meilleurs et supérieurs à ceux notés en 2013. Les variétés « C » affichent des valeurs de rendement plus élevés que ceux de la variété témoin « Spunta » S quelque soit la zone de culture, tandis que les autres variétés ont une plus faible production. Les variétés à peau rouge présentent également des valeurs de rendements plus élevées que celles signalées en 2013. Les variétés semblent bien adaptées aux 3 zones (Fig. 3, 4 et 5).

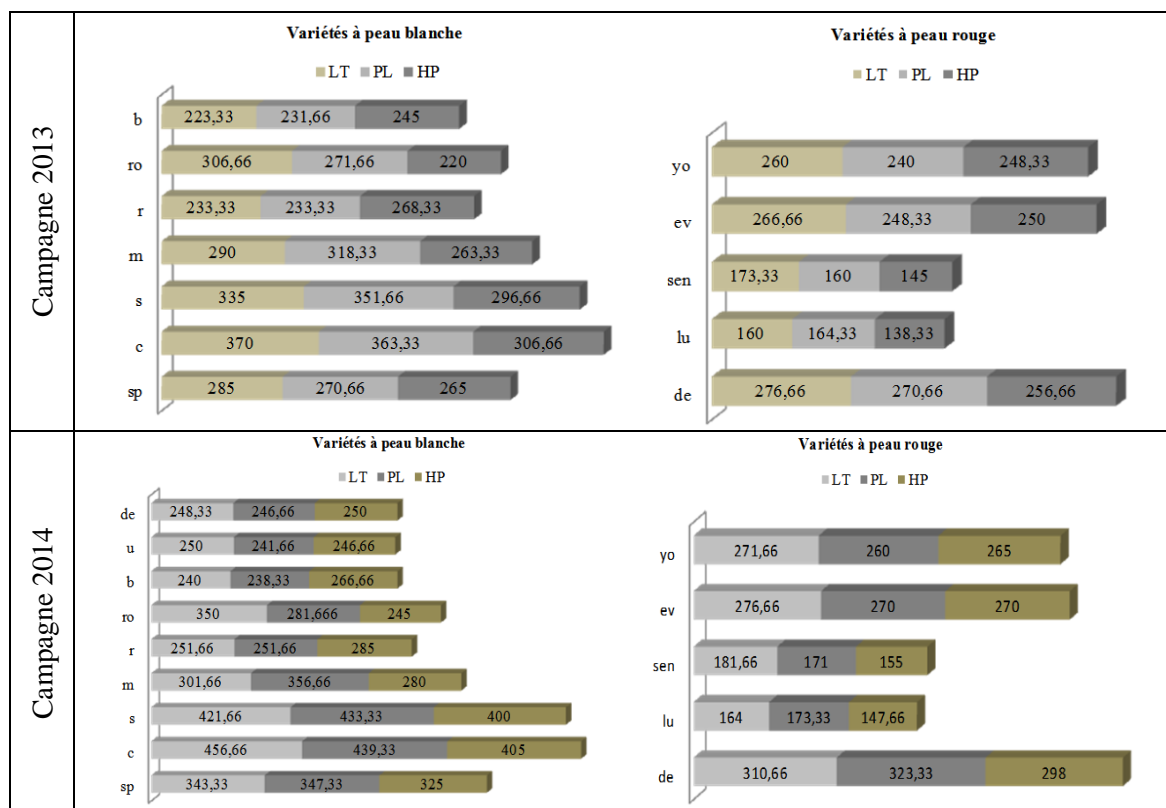


Figure 3 : Variabilité des rendements des variétés de pomme de terre au niveau des zones d'étude durant les campagnes 2013 et 2014

LT : Littoral, PL: Hautes plaines et des HP: Hauts plateaux,

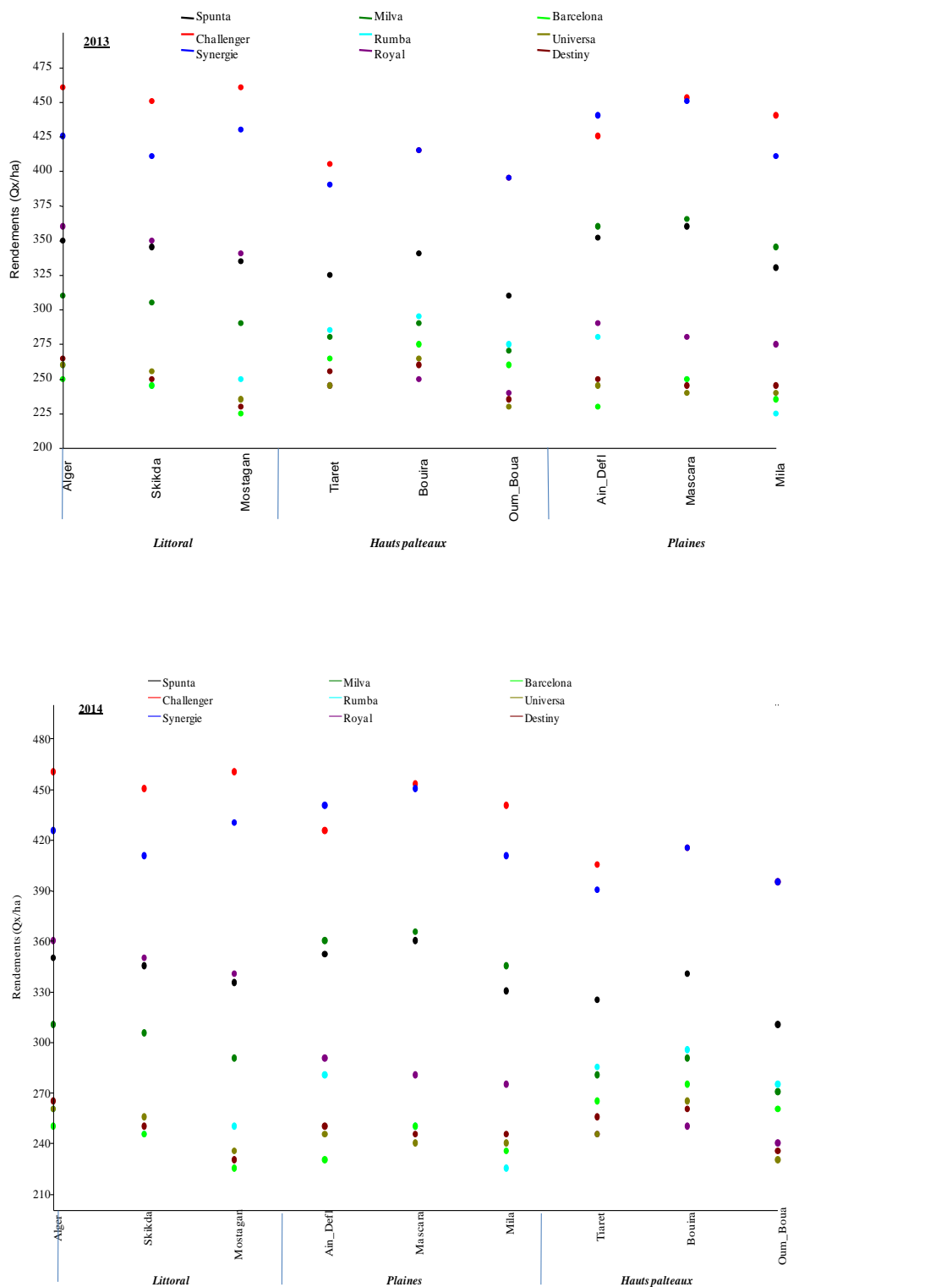


Figure 4 : Rendements des variétés de pomme de terre étudiées pendant les années 2013 et 2014.

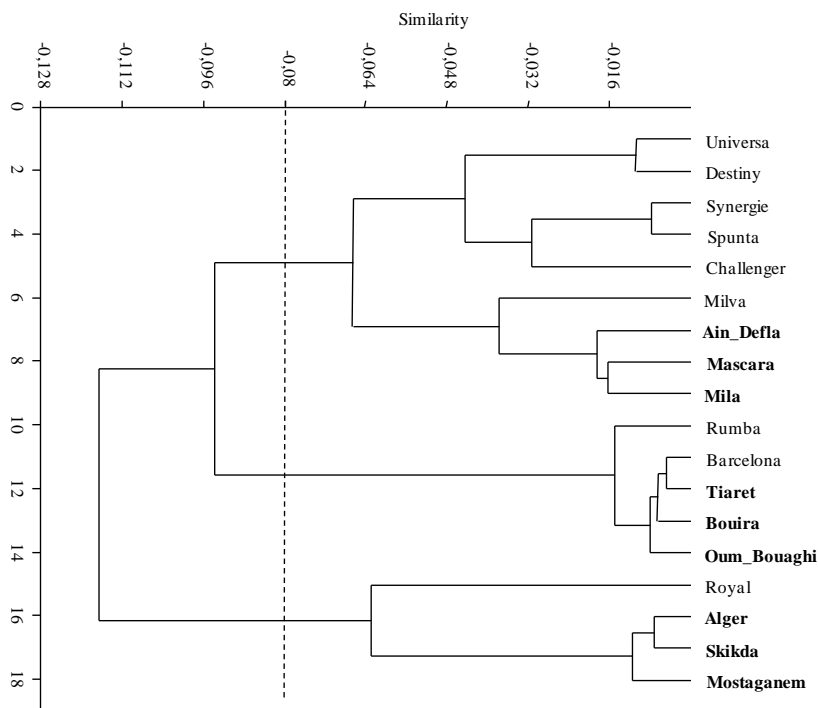


Figure 5 : Classification ascendante hiérarchique des rendements en 2013 des différentes variétés de pomme de terre à peau blanche étudiées selon les régions.

2. Analyses comparées des rendements

2.1. Rendements comparés par campagne

L'analyse de la variance de la fréquence de signalisation de rendement de la pomme de terre a montré une différence hautement significative avec les différents facteurs : Wilaya, Etages ou zone bioclimatiques (zone d'étude) et Variétés avec des probabilités ($p=0,001$ et $p=0,000$ $p<1\%$) (Fig.6). En modèle GLM, une variabilité de rendement en fonction des différentes wilayas est démontrée : la fréquence est plus importante pour la wilaya de Bouira mais la plus faible pour la wilaya Mostaganem avec des fréquences entre 265 à 300 Qx.

D'après les zones d'étude, la fréquence de rendement les plus élevées sont enregistrées au littorale avec 300Qx, suivies par les plaines avec 290Qx et enfin par les hauts plateaux avec 272Qx.

En plus, la variabilité de rendement dépend aussi des variétés, il ya deux variétés qui présentent des rendements supérieurs aux deux témoins (Challenger et Synergie) qui dépassent 300Qx par contre les autres variétés ont des rendements inférieurs par rapport aux deux témoins. Les deux variétés Lusa et Senna ont des rendements très bas inférieurs à 150 Qx. En modèle GLM, une variabilité de rendement en fonction des différentes wilayas est démontrée : la fréquence est plus importante pour la wilaya de Bouira et la plus faible pour la wilaya de Mila avec des fréquences entre 275 à 315 Qx.

D'après les zones d'étude, la fréquence de rendement la plus élevée est notée en plaine avec 310 Qx suivie par le littorale avec 300Qx et enfin par les hauts plateaux avec 275Qx (Fig. 6).

En plus, la variabilité de rendement dépend aussi des variétés, il ya deux variétés qui ont des rendements supérieurs aux deux témoins (Challenger et Synergie) dépassant 330Qx par contre les autres variétés ont des rendements inférieurs par rapport aux deux témoins, deux variétés Lusa et Senna qui ont des rendements très bas inférieurs à 150Qx.

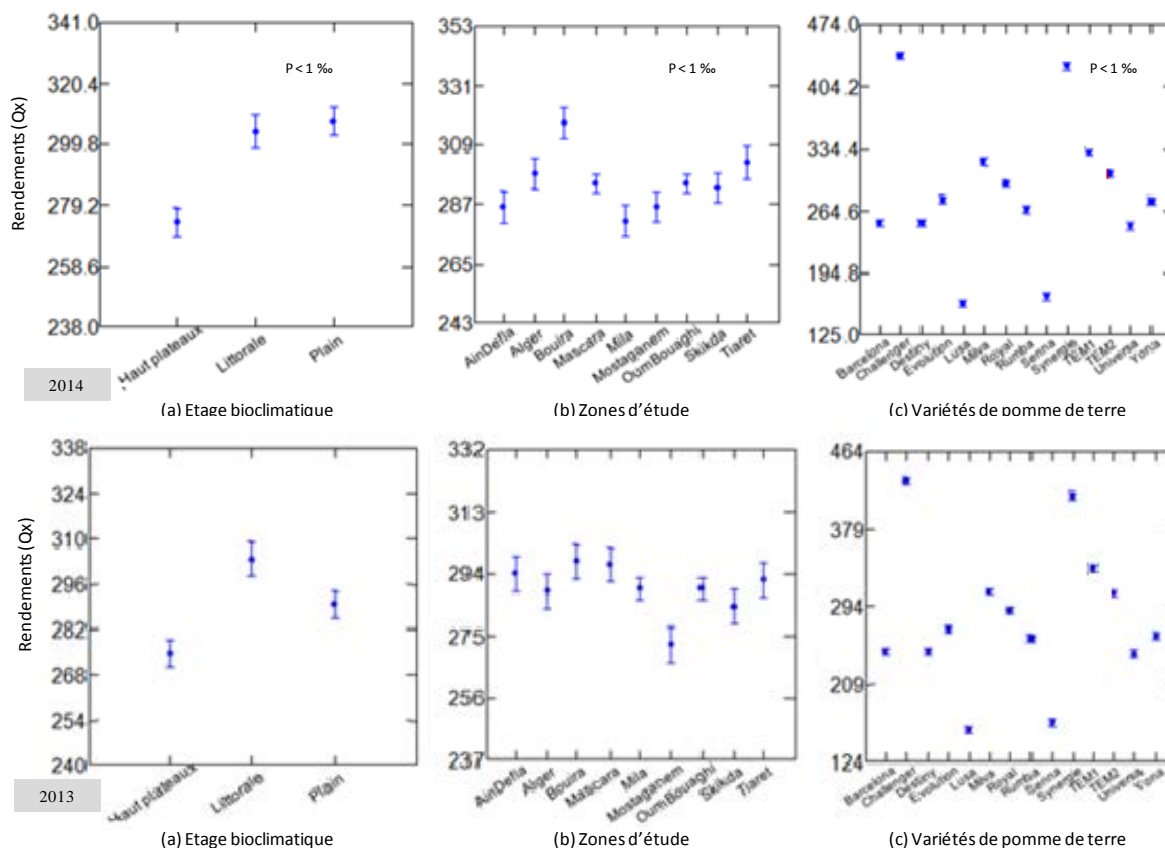


Figure 6 : La dépendance du rendement vis-à-vis des zones d'étude, étage bioclimatique et variétés durant 2013 et 2014

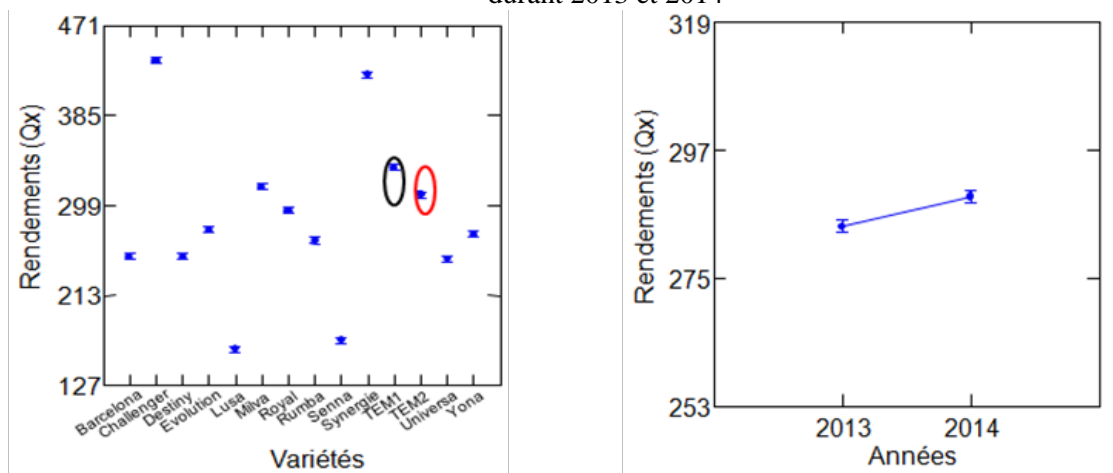


Figure 7 : Evolution du rendement entre 2013 et 2014.

1.1. Rendements annuels comparés

L'analyse de variance de la fréquence de signalisation de rendement de la pomme de terre a montré une différence hautement significative avec les facteurs Variétés et années avec des probabilités ($p=0,000$ et $p<1\%$), et non significative de la variation en fonction Années Variétés ($p=0,681$; $p>5\%$) (Fig. 7).

En model GLM, une variabilité de rendement en fonction des différentes variétés,

il ya trois variétés qu'ont des rendements supérieurs aux deux témoins Challenger, Milva et Synergie dépassant 310Qx par contre les autres variétés ont des rendements inférieurs par rapport aux deux témoins telles que les deux variétés Luisa et Senna qui ont des rendements très bas inférieurs à 120Qx. D'après les années, il existe une variabilité dont le rendement avec une augmentation de rendement en 2014 par rapport 2013, en plus en distingue aucune relation entre la variété et l'année.

DISCUSSION

Pour permettre l'approvisionnement du marché national en semences de qualité et à des prix compétitifs et à plein temps, le ministère de l'agriculture a chargé le groupe des semences, plants et générateurs (G.S.P.G.) à développer le programme de production des semences de pomme de terre. Ce programme est dirigé par des fermes pilotes sélectionnées, avec la collaboration de trois laboratoires de production : l'I.T.C.M.I (Institut des techniques des cultures maraîchères et industrielles), S.A.G.R.O.D.E.V (une société privée à Sétif) et le L.A.P.S.P.T (laboratoire d'amélioration et de production des semences de pomme de terre à Tiaret) relevant de l'I.N.R.A.A.. Ces laboratoires utilisent actuellement la production de plants par la culture in vitro et la culture hors-sol, pour la production de mini tubercules de qualité sanitaire supérieure et le screening des nouvelles variétés.

Sur cent quatre-vingt une (181) variétés de pomme de terre autorisées à la production et à la commercialisation, seules vingt-huit (28) variétés sont multipliées dont quinze (15) à peau blanche et treize (13) à peau rouge. Les plus fréquemment cultivées sont néanmoins les variétés «Spunta», «Desirée», «Kondor» et «Bartina». La variété Spunta représente plus de 55% du programme global de plantation de semences de pomme de terre.

De nombreux facteurs limitant biotiques et abiotiques peuvent impacter le rendement total et jouent un rôle très important sur la qualité des tubercules de Pomme de terre [10]. En effet, les deux variétés Challengeur et Synergie développent plusieurs germes, ce qui explique le rendement élevé obtenu. Les autres variétés développent moins de germes, voir même pour certaines d'entre elles (Lusa et Senna) un seul germe. Par ailleurs, le rendement dépend aussi des pratiques culturales appliquées dans chaque wilaya. En d'autre terme, les plantations effectuées pendant la période des pluies stimulent plus la germination des tubercules ce qui engendre un rendement très élevé. Plus les dates de plantations s'éloignent de la saison des pluies et plus le rendement diminue. D'après [11] et [12] [13], l'analyse de comportement des variétés en fonction des caractéristiques du milieu et notamment de l'alimentation hydrique et depuis longtemps, un sujet de préoccupation important pour la culture de pomme de terre.

[09] Signalent que l'eau a été identifiée comme l'un des freins majeurs de la production. Ces mêmes auteurs affirment qu'avec un cycle de culture estivale (dans notre travail cela ressemble aux cas des hauts plateaux), les besoins en eau de la pomme de terre sont importants en juin, en juillet et en août, période où les pluviométries sont souvent faibles. Enfin, l'étage bioclimatique considéré dans cette étude comme étant un facteur limitant la production de la pomme de terre.

CONCLUSION

La connaissance des exigences abiotiques des variétés de Pomme de terre et des pratiques culturales appliquées dans les différentes wilayas, permettraient de mieux valoriser la production et d'obtenir un rendement élevé. Dans ce contexte, mis à part la possibilité de plantation des variétés Challengeur et Synergie à peaux blanches dans tous les sites, il est préférable de cultiver la variété Royal au littoral, Milva en plaine, et Rumba dans les hauts plateaux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Rousselle, P., Robert, Y., Grossuer, J.C, (1996). *La pomme de terre, production, Amélioration, Ennemis et Maladies. Utilisation*. Edition R Doun, 278 p.
- [2] Lualadio, Nb et Prakash, L, (2010). *La pomme de terre*. Bulletins d'information technique centre international de la pomme de terre (cip) p137.
- [3] El Zbeita, (2001). Differential gene induction in resistant and susceptible potato cultivars at early stages of infection by *Phytophthora infestance*. *plant cell*.203p
- [4] FAO. ,(2013). Stat, produit par pays, <http://faostat.org/site/339/default.aspx>
- [5] Chehat, (2008). La filière pomme de terre algérienne, une situation précaire, journée d'étude sur la filière de pomme de terre, situation et prospective, ENSA El Harrach, 11p
- [6] ITCMI., (2013). *La culture de pomme de terre, situation de la production de pomme de terre en Algérie*, p10.

- [7] CNCC. , (2013). *Catalogue officiel des variétés de pomme de terre commercialisé en Algérie* p52.
- [8] Anonyme, (2017). *Rapport de production et consommation de la pomme de terre et en semence ONILEV*.19p.
- [9] I.N.V.A., (2012). *Rapport ternaire technique de production de pomme de terre*. Catalogue périodique 22p
- [10] Ravenel C., Surleau C., Vannetzel E., Gravouelle J.M., (2009). La pomme de terre : du fonctionnement de la culture à l'élaboration de la qualité des tubercules : Synthèse des travaux du projet de transfert «QUALTEC Pommes de terre » conduit de 2003 à 2008 sur le bassin de production de Picardie et du Nord Pas-de-Calais, 116 p.
- [11] Bodlaender K.B.A., (1986). Effects of drought on water use, photosynthesis and transpiration of potatoes. 1. Drought resistance and water use. In: *Potato research of tomorrow. Pudoc, Wageningen, The Netherlands*, 36-43
- [12] Deblond,PMK et Ledent, JF (2000). Effects of moderate drought conditions on crop growth parameters and earliness of six potato cultivars under field conditions. *Agronomie*, 20: 595-608.
- [13] Deblond,PMK et Ledent, JF(2001). Effects of moderate drought conditions on green leaf number,stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *Eur. J. Agron.* 14: 1-41.