

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش – الجزائر-  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH –ALGER-



## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de magister en Agronomie

**Département :** Zoologie agricole et forestière

**Option :** Santé végétale et environnement

## Thème

**Étude des pucerons vecteurs de virus sur trois  
variétés de pomme de terre en plein champs  
(ENSA- El Harrach).**

**Présenté par :** BENRAMDANE Nabila

**Soutenu le :** Novembre 2015

**Jury :**

|                     |                    |                          |
|---------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>Président :</b>  | M. Biche M.        | <b>Professeur - ENSA</b> |
| <b>Promoteur :</b>  | M. Benzehra A.     | <b>Professeur - ENSA</b> |
| <b>Examineurs :</b> | Melle Zermane N.   | <b>Professeur - ENSA</b> |
|                     | Mme Khalfi O.      | <b>MC-A - ENSA</b>       |
|                     | Melle Boureghda H. | <b>MC-A - ENSA</b>       |

**Promotion :** 2013/2015

## **Dédicaces**

*A celui qui m'a toujours nourrit d'amour et de tendresse, qui grâce à ses encouragements, son soutien et sa compréhension et surtout son affection j'ai pu avancer dans la vie. L'être le plus cher à mon cœur, mon très cher papa.*

*A celle qui m'a toujours encouragé « à sa manière », et qui m'a appris de ne jamais me contenter du minimum et que dans les études comme dans la vie il faut persévérer pour atteindre ses buts, m'a appris la soif scientifique et l'amour de la patrie, la prunelle de mes yeux ma très chère maman.*

*A ma chère jumelle Yasmine son mari et à ma petite princesse Inès.*

*A la belle Lylia, avec qui j'ai partagé les douceurs et les amertumes de la vie, ma sœur adorée.*

*A ma petite Minou, le rayon de soleil qui réchauffe ma vie.*

*A Amel, Nawel et Souad, leurs maris et leurs enfants qui sont la source de ce qui est beau et chaleureux dans notre famille.*

*A mon frère Redouane sa femme et le petit Khalidou.*

*A mes adorables frères Riad et Zizou que j'aime énormément.*

*A la mémoire de mes grands-parents, de tonton Mala, de Mr. Hadj Miloud et de mes chers amis disparus très tôt. Bachir, Reda et Imene qui nous quitté très tôt.*

*A mes tantes et oncles, en particulier Tata Nadia qui m'a soutenu et qui m'a toujours boosté pour aller de l'avant, Tonton Omar, Amti Malika, Ami Thameur, Tata Djamila et tata Thydia.*

*A tous mes cousins et cousines en particulier Sofiane, Lamia, Nina, Sabrina, Reda et Toufik.*

*A celle avec qui j'ai vécu des années de folie, celle qui était présente pour moi et a su me supporter et me soutenir, ensemble nous étions et nous resterons « invincibles » ma meilleure amie, Naila. Tu es ma meilleure.*

*A Anis Ouchrif et à toute sa famille.*

*A mes très chères amies et sœurs, celles qui m'ont aidé et soutenu et prit soin de moi : Soussou, Loumi, Fifi et Hadjer.*

*A tous mes amis(e) en particulier Meriem, Manel , Chahra, Djazira, Walid, Habib, Djaafar, Houria, Mina, Ismail, Mehdi, Hamza, Nounou, Morad et tout le groupe Botaniqua et enfin à Izem qui a toujours été là pour moi.*

*A tous mes enseignants en particulier Mr Traikia H. qui était un deuxième père pour moi, Mme Sellami, Mr Abdelkrim et Mme Yahiaoui que je respecte énormément.*

*Je dédie ce modeste travail.*

**Nabila**

## **Remerciements**

Je tiens,

Avant tout, à remercier Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la volonté pour achever ce modeste travail.

A exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon promoteur Monsieur BENZEHR A. professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (El-Harrach), qui a suivi ce travail avec beaucoup d'intérêt. Qu'il trouve ici, l'expression de ma reconnaissance et mon profond respect pour ses précieux conseils, son aide et sa disponibilité et surtout pour la confiance qu'il a mise en moi durant la réalisation de ce travail.

A remercier très sincèrement les membres du jury :

Monsieur BICHE M., professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (El-Harrach), pour avoir accepté de présider mon jury et pour la chance et l'opportunité qui m'a donné, qu'il trouve ici ma profonde gratitude.

Mademoiselle ZERMANE N., professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (El-Harrach), pour avoir accepté de juger mon travail.

Madame KHALFI O., maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (El-Harrach) de m'avoir fait l'honneur d'examiner mon travail.

Mademoiselle BOUREGHDA H., maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (El-Harrach) pour avoir accepté d'examiner mon travail.

A remercier Monsieur ZOUAOUI A., pour sa disponibilité, son aide précieuse, et surtout pour l'écoute et les conseils qu'il m'a attribués durant la réalisation de mon travail. Merci *Ayizem*.

Ce travail ne pourrait être achevé sans l'aide de : Monsieur Lyes et Madame Laala, ingénieurs au CNCC. Merci infiniment.

A remercier Mademoiselle BENIDDIR LAMIA de m'avoir aidé dans mon travail de terrain malgré la difficulté des conditions. Merci *Lamou*.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, en particulier Monsieur TRAIKIA ; Monsieur ABDELKRIM. H ; Madame SELLAMI ; Madame YAHYAOUI ; Monsieur SIAFA et Monsieur HAMACHE.

A toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

*Nabila.*

# **SOMMAIRE**

**INTRODUCTION**

|              |   |
|--------------|---|
| Introduction | 1 |
|--------------|---|

**SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE****CHAPITRE I GÉNÉRALITÉS SUR LA CULTURE DE LA POMME DE TERRE**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I     | Généralités sur la culture de la pomme de terre ( <i>Solanum Tuberosum L.</i> ) | 3  |
| I-1   | La culture de pomme de terre dans le monde                                      | 3  |
| I-2   | La culture de pomme de terre en Algérie   | 4  |
| I-2.1 | Les différents types de cultures de pomme de terre                              | 4  |
| I-2.2 | Les régions de production de la pomme de terre                                  | 4  |
| I-2.3 | Les différentes variétés de pomme de terre cultivées                            | 5  |
| I-2.4 | Evolution des superficies de la pomme de terre                                  | 6  |
| I-2.5 | Evolution de la production de la pomme de terre                                 | 7  |
| I-2.6 | Evolution des rendements de pomme de terre                                      | 8  |
| I-2.7 | La semence de la pomme de terre   | 9  |
| I-3   | Description de la plante  | 9  |
| I-4   | Cycle biologique  | 10 |
| I-5   | Exigences culturales de la pomme de terre                                       | 12 |
| I-6   | Itinéraire technique de la culture de la pomme de terre                         | 13 |
| I-7   | La valeur nutritionnelle de la pomme de terre                                   | 14 |
| I-8   | Aspects phytosanitaires de la pomme de terre en Algérie                         | 15 |

**CHAPITRE II GÉNÉRALITÉS SUR LES PUCERONS**

|        |   |    |
|--------|---|----|
| II     | Généralités sur les pucerons  | 17 |
| II-1   | Systématique  | 17 |
| II-2   | Caractéristiques morphologiques des aphides                             | 18 |
| II-2.1 | La tête   | 18 |
| II-2.2 | Le thorax   | 20 |
| II-2.3 | L'abdomen   | 20 |
| II-3   | Caractéristiques bioécologiques des pucerons                            | 22 |
| II-3.1 | Caractéristiques biologiques  | 22 |
| II-3.2 | Cycle biologique  | 23 |
| II-3.3 | Reproduction  | 26 |
| II-3.4 | Facteurs de développement et de régression des populations des pucerons | 26 |
| II-4   | Les dégâts causés par les aphides                                       | 29 |
| II-4.1 | Les dégâts directs  | 29 |
| II-4.2 | Les dégâts indirects  | 30 |

|  |  |    |
|--|--|----|
| II-5                                       | Lutes contre les pucerons  | 32 |
| II-5.1                                     | Les mesures préventives  | 33 |
| II-5.2                                     | Lute chimique  | 33 |
| II-5.3                                     | Lute biotechnique  | 33 |
| II-5.4                                     | Lute biologique  | 34 |
| <b>CHAPITRE III ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE</b>  |  |    |
| III-1                                      | Généralités  | 36 |
| III-2                                      | Maladies à virus de la pomme de terre                                      | 36 |
| <b>CHAPITRE IV PARTIE EXPERIMENTALE</b>    |  |    |
| IV-1                                       | Matériel et méthodes   | 40 |
| IV-1.1                                     | Description générale de la zone d'étude                                    | 40 |
| IV-1.2                                     | Matériel végétal   | 41 |
| IV-1.3                                     | Mise en place de la culture  | 41 |
| IV-1.4                                     | Conduite de l'essai  | 41 |
| IV-1.5                                     | Entretien de la culture  | 42 |
| IV-1.6                                     | Etude du comportement variétal   | 44 |
| IV-1.7                                     | Observation des symptômes  | 44 |
| IV-1.8                                     | Analyse statistique des résultats  | 45 |
| IV-2                                       | Approche épidémiologique des virus de la pomme de terre                    | 45 |
| IV-2.1                                     | Méthode d'échantillonnage  | 45 |
| IV-3                                       | Analyse sérologique  | 48 |
| <b>CHAPITRE V RESULTATS ET DISCUSSIONS</b> |  |    |
| V-1  | Résultats  | 51 |
| V-1.1                                      | Etude du comportement des variétés en présence ou pas du filet Insectproof | 51 |
| V-1.2                                      | Inventaire et description des espèces de pucerons piégés                   | 55 |
| V-1.3                                      | Prospections et identification des viroses (Symptômes au champ)            | 62 |
| V-1.4                                      | Diagnostic et sérologie  | 65 |
| V-2  | Discussion   | 65 |
| <b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>                 |  |    |
|  | Conclusion générale  | 68 |
|  | Références bibliographiques  | 71 |



**LISTE DES TABLEAUX**

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Tableau I    | Les superficies occupées par tranche de la culture de pomme de terre de 1998 à 2011 (Unité : ha).  | 6  |
| Tableau II   | La production de la culture pomme de terre en Algérie de 1998 à 2011 (Unité : tonnes).             | 7  |
| Tableau III  | Évolution des rendements par tranches de culture de pomme de terre de 1998 à 2011 (Unité: qx/ha).  | 8  |
| Tableau IV   | Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie.   | 15 |
| Tableau V    | Quelques virus transmis par pucerons (Duvauchelle et al., 2004).                                   | 32 |
| Tableau VI   | Statistiques descriptives de la hauteur des plants de la variété Spunta                            | 51 |
| Tableau VII  | Statistiques descriptives des mensurations de la hauteur moyenne des plants de la variété Désirée. | 52 |
| Tableau VIII | Statistiques descriptives des mensurations de la hauteur moyenne des plants de la variété Fabula.  | 52 |
| Tableau IX   | Nombre moyen de tubercules.  | 53 |
| Tableau X    | Poids des tubercules-fils.   | 54 |
| Tableau XI   | Critères morphologiques d'identification des pucerons de la pomme de terre.                        | 56 |
| Tableau XII  | Pucerons aptères inventoriés sur trois variétés de pomme de terre                                  | 56 |
| Tableau XIII | Fréquences des espèces aphidiennes aptères   | 57 |
| Tableau XIV  | Espèces de pucerons ailés inventoriés sur trois variétés de pomme de terre                         | 59 |
| Tableau XV   | Symptômes observés sur les trois variétés cultivées  | 63 |
| Tableau XVI  | Densités optiques enregistrées pour les trois variétés.  | 65 |



**LISTE DES FIGURES**

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Figure 1  | Production en tonnes de la pomme de terre des principaux pays producteurs en 2010 (FAO STAT, 2012).         | 3  |
| Figure 2  | Répartition spatiale de pomme de terre en Algérie (Source : MADR : Direction des statistiques, 2007).       | 5  |
| Figure 3  | Cycle végétatif de la pomme de terre (D'après SOLTNER, 2005).   | 11 |
| Figure 4  | Valeur nutritionnelle pour 100 g de pommes de terre cuites et épluchées avant consommation (OSWALDO, 2010). | 15 |
| Figure 5  | Schéma de l'anatomie générale d'un puceron.   | 18 |
| Figure 6  | Forme de la tête chez les pucerons  | 19 |
| Figure 7  | Les antennes chez les pucerons.   | 19 |
| Figure 8  | Stade larvaire des pucerons.  | 22 |
| Figure 9  | Cycle holocylique monœcique.  | 24 |
| Figure 10 | Cycle holocylique diœcique (1).   | 24 |
| Figure 11 | Cycle holocylique diœcique (2).   | 25 |
| Figure 12 | Le parasitisme des pucerons (Sekkat., 2007).  | 29 |
| Figure 13 | Présentation du site de l'essai.  | 40 |
| Figure 14 | Mise en place de la culture.  | 41 |
| Figure 15 | La plantation de la pomme de terre.   | 42 |
| Figure 16 | L'irrigation par le système goutte à goutte et installation des arceaux.                                    | 43 |
| Figure 17 | La récolte des tubercules.  | 43 |
| Figure 18 | L'installation du filet insect proof  | 44 |
| Figure 19 | Technique de montage des aphides (Sahraoui, 2012).  | 47 |
| Figure 20 | Critères morphologiques d'identification d'un puceron (Saharaoui, 1999).                                    | 48 |
| Figure 21 | Etapas et méthodes de la technique ELISA (Ouffroukh et al., 2010).  | 49 |

*Liste des figures*

---

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figure 22 | Nombre moyen de tubercule.   | 54 |
| Figure 23 | Rendement des trois variétés cultivées.                                      | 55 |
| Figure 24 | Dendrogramme de trois variétés de pomme de terre Spunta, Désirée et Fabula.  | 58 |
| Figure 25 | Evolution des populations aphidiennes.                                       | 60 |
| Figure 26 | Le diagramme rang/fréquence des espèces aphidiennes chez la variété Spunta.  | 61 |
| Figure 27 | Le diagramme rang/fréquence des espèces aphidiennes chez la variété Désirée. | 61 |
| Figure 28 | Le diagramme rang/fréquence des espèces aphidiennes chez la variété Fabula.  | 62 |
| Figure 29 | Symptômes sur la variété Spunta  | 64 |
| Figure 30 | Symptômes sur la variété Désirée   | 64 |
| Figure 31 | Symptômes sur la variété Fabula  | 64 |

---

## LISTE DES ABREVIATIONS

### MESURES

|      |                          |
|------|--------------------------|
| %    | : Pourcentage.           |
| C    | : Degré Celsius.         |
| ml   | : Millilitre.            |
| cm   | : Centimètre.            |
| mm   | : Millimètre             |
| Ds/m | : Decisiemens par mètre. |
| m    | : Mètre.                 |
| Ha   | : Hectare.               |
| g    | : Gramme.                |
| Kg   | : Kilogramme.            |
| qx   | : Quintaux.              |

### INSTITUTIONS

|         |   |
|---------|---|
| D.S.A   | : Direction des Services Agricoles.                     |
| F.A.O   | : Food and Agriculture Organization.                    |
| I.N.P.V | : Institut National de Protection des Végétaux.         |
| I.N.R.A | : Institut National de la Recharge Agronomique.         |
| M.A.D.R | : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. |
| O.N.M   | : L'office National de la Météorologie.                 |
| P.N.D.A | : Programme National de Développement Agricole.         |
| S.A.U   | : Superficie Agricole Utile.                            |

# **INTRODUCTION**

## Introduction

Les cultures maraîchères représentent une composante indispensable dans les systèmes de culture des pays du bassin méditerranéen, principalement en Algérie où elles occupent une place considérable avec une superficie de 372.096 ha et un rendement de 15,93 tonnes/ha (OMARI, 2011).

La Pomme de terre est classée au quatrième rang, en importance, dans le monde après le maïs, le blé et le riz. En Algérie, elle est la culture légumière la plus importante (FAOSTAT, 2010). En raison de sa demande sur le marché national de légumes et grâce au PNDA, le secteur de la pomme de terre a connu une augmentation de la superficie occupée par cette culture qui a atteint 105.121 ha en 2009 représentant 22 % de la superficie des cultures maraichères (FAOSTAT, 2010).

En parallèle de 1970 à 2009, la consommation algérienne de pommes de terre a augmenté largement, passant de 20 à 75 kg par habitant et par an, soit à peu près la même quantité que tous les autres légumes frais consommés (CHEHAT, 2008).

Comparativement aux pays producteurs de Pomme de terre dans le monde où la production atteint respectivement en Chine et en Inde 74 799 084 et 36 577 300 tonnes (EL-ZBIETA *et al.*, 2012), en Algérie, la production reste faible et ne dépasse pas 3 862 100 tonnes en 2011 (MADR, 2012). Cette faible production est due à plusieurs facteurs parmi lesquels nous citons : les maladies et les ravageurs (BOUZNAD *et al.*, 2008).

Parmi ces derniers les pucerons appartenant à la famille des Aphididae sont très répandus et constituent une contrainte non négligeable sur cette culture dans le monde (BLACKMAN & EASTOP, 2000).

Par la transmission de virus et par les dommages directs qu'ils infligent aux plantes en se nourrissant du phloème, les pucerons constituent un problème économique et agricole majeur dans de nombreuses cultures tempérées (DEDRYVER *et al.*, 2010).

En Europe, les pucerons étaient directement responsables de pertes annuelles moyennes d'environ 850 000 tonnes de pomme de terre (WELLINGS *et al.*, 1989 in YATTARA, 2013).

Les viroses de la pomme de terre représentent les affections les plus redoutables. Six virus, sont considérés dans le monde comme majeurs, car les dégâts qu'ils infligent aux cultures ont un impact économique important (MARCHOUX et *al.*, 2008).

Les virus, les plus dommageables à travers le monde sont le Potato Virus Yellow et le Potato Leaf Roll Virus. Ils peuvent entraîner jusqu'à 50% des pertes en rendement pour la pomme de terre de consommation (Acta, 1999).

La virulence et la dispersion des maladies virales sont liées à plusieurs facteurs. Notamment, des :

- ☞ Facteurs liés à la plante hôtes tel que la variété et l'âge physiologique de la plante.
- ☞ Facteurs liés aux vecteurs par la connaissance des espèces de pucerons ainsi que leurs cycles biologiques.
- ☞ Facteurs relatifs à l'environnement comme les conditions climatiques et même le type de sol. La connaissance de tous ces paramètres peut permettre de résonner une méthode de lutte contre des pucerons de la pomme de terre (HULLE et *al.*, 1999 ; MARCHOUX et *al.*, 2008 ; ILUZ, 2010).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude qui a pour but la détermination de l'influence des aphides sur le comportement de trois variétés de pomme de terre Fabula, Désirée et Spunta cultivées en absence et en présence d'un filet insect proof.

Ce travail commence par l'observation clinique des symptômes sur les trois variétés ce qui nous mène à chercher l'origine de ces anomalies par :

- ☞ Une approche épidémiologique avec l'identification des pucerons aptères et ailés capturés à partir des trois variétés et l'étude de la dynamique des populations aphidiennes en précisant l'importance de leur activité.
- ☞ La confirmation de l'identité virale de l'affection en ayant recours à la technique du test immunoenzymatique par l'utilisation de la méthode Elisa.

Les résultats de cette étude seront présentés après les généralités sur les pucerons et la plante hôte.

# **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

Chapitre I  
**Généralités sur la culture de la pomme de terre**



### I-1. La culture de pomme de terre dans le monde

Selon la FAO en 2012, sur les 342 millions de tonnes de pommes de terre *Solanum tuberosum* L. produites en 2010, 42,90 % provenaient d'Europe et 39,30 % d'Asie. La superficie totale occupée par les cultures de pommes de terre au niveau mondial s'élevait en 2010 à 18 millions d'hectares. En termes de consommation, la pomme de terre est la première racine féculente consommée avec 33,48 kg par habitant par an. Actuellement, elle est le quatrième aliment de base, après le riz, le blé et le maïs (EL-ZBEITA et al, 2012).

L'Europe (comme une unité géographique) produit 107 millions de tonnes sur environ six (6) millions d'hectares. Autres zones de production de la pomme de terre : l'Amérique du Nord et du Sud 14 millions de tonnes sont produites sur 9 millions d'hectares, en 2010 et l'Afrique avec 1.8 million ha. Pendant les 50 dernières années, la croissance de la production de pomme de terre est due à l'extension cultivée dans les pays développés (SCHWARTZMAN et al., 2010).

La production de la pomme de terre en 2010 dans les principaux pays producteurs est représentée dans la figure N° 01, réalisée à partir des données (FAO STAT, 2012).

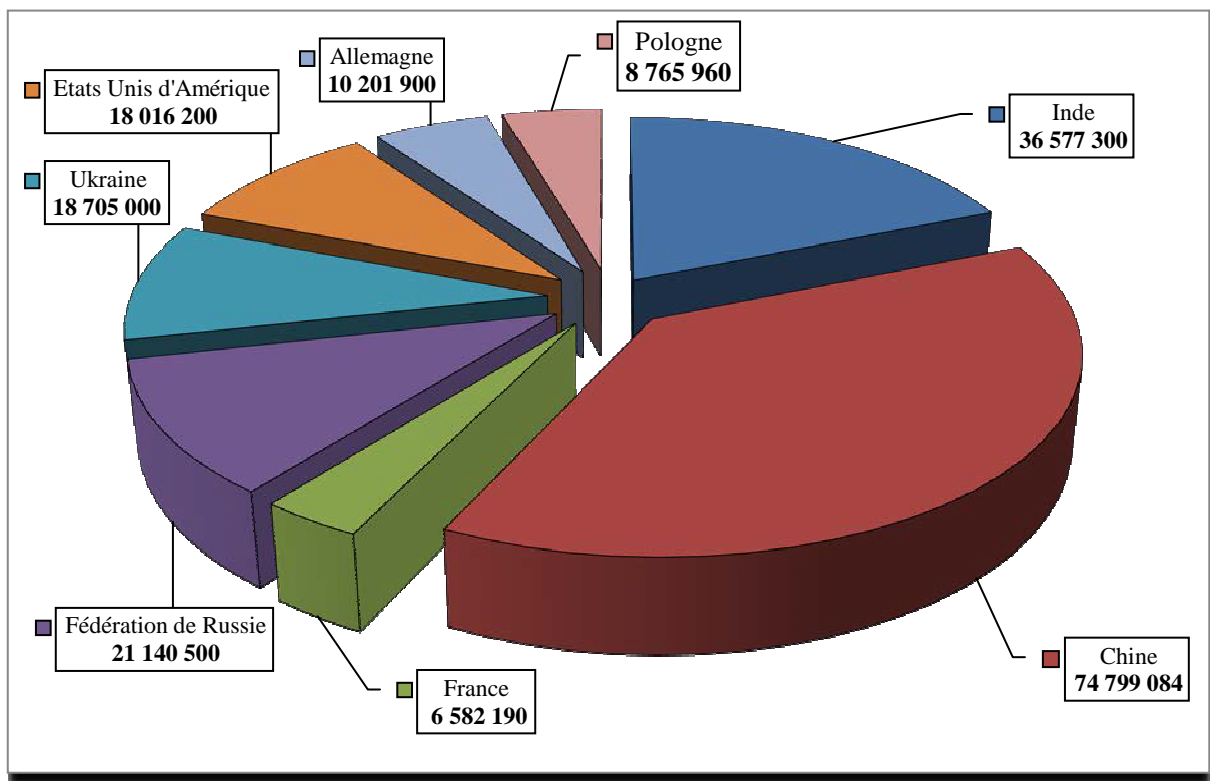


Figure 1 :

Production en tonnes de la pomme de terre des principaux pays producteurs en 2010 (FAO STAT, 2012).

Comme le montre la figure 1, les plus grands producteurs de pomme de terre au monde sont en premier la Chine avec 74 799 084 tonnes, vient ensuite l'Inde avec 36 577 300 tonnes, puis la Russie avec 21 140 500 tonnes et les autres pays.

## **I-2. La culture de pomme de terre en Algérie**

La culture de pomme de terre occupe une position dominante dans le système maraîcher par les surfaces qui lui sont consacrées et ses volumes de production.

La Pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré propice à sa culture tout au long de l'année. On en trouve aussi à 500 mètres, sur les montagnes et les vallées entre la côte et les Monts Atlas ainsi que sur les Hauts Plateaux. La consommation annuelle, qui était de 35 kg/par habitant en 1990, est passée à 57 kg en 2005. (FAO, 2008).

### **I-2.1. Les différents types de cultures de pomme de terre**

En Algérie, la pomme de terre est cultivée selon trois types de culture qui sont placés sous la dépendance du climat en trois groupes de saisons qui sont : culture de primeur, de saison et d'arrière-saison. (REGUIEG, 2008).

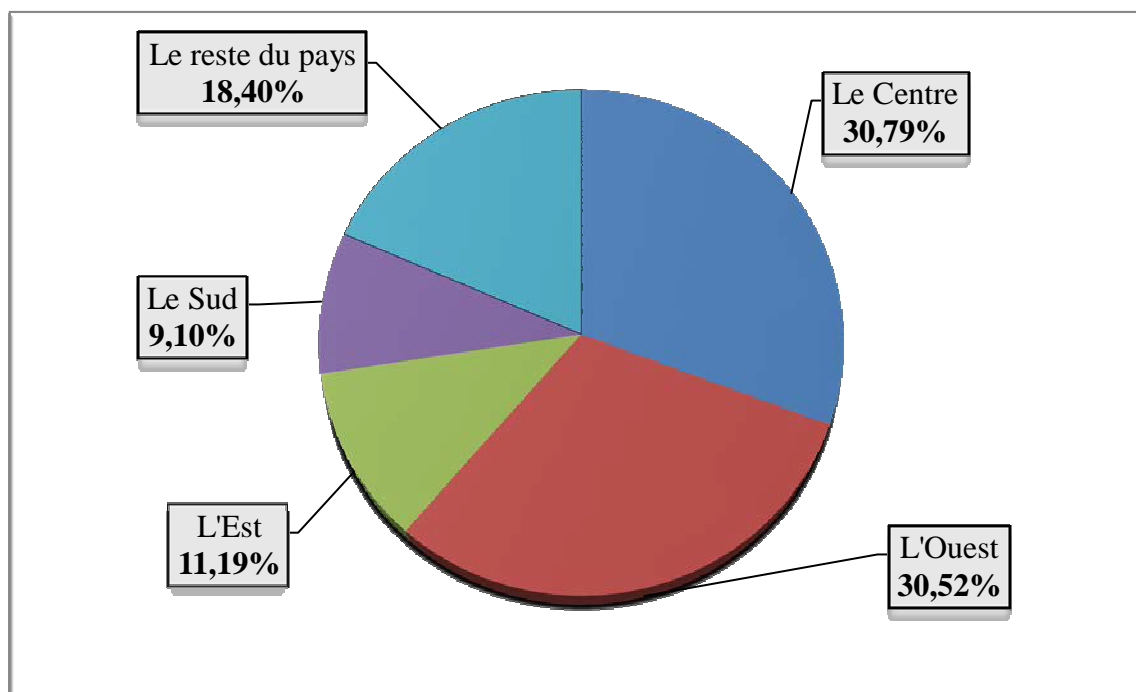
**La culture de primeur** : est pratiquée surtout sur le littoral à température douce, absence de gel et certaines régions du sud (El Oued, Adrar), cela concerne environ 5000 ha ; la plantation à lieu en Novembre et la récolte en Janvier.

**La culture de saison** : se pratique dans toutes les régions et concerne environ 50000 ha, dont la mise en place de la culture est réalisée en Janvier au littoral, en Février- Mars dans les plaines, en Mars pour les Hauts Plateaux et la récolte en Mai –Juin.

**La culture d'arrière-saison**: se pratique dans des zones à grande possibilité d'irrigation où presque tout le cycle se déroule en absence de pluie, cela concerne environ 34000 ha. Au littoral, la mise en place de la culture se fait en Aout-Septembre, et en Juillet sur les Hauts Plateaux, les récoltes en Octobre – Décembre.

### **I-2.2. Les régions de production de la pomme de terre**

La répartition géographique de la culture de pomme de terre est fortement influencée par les conditions agro climatiques et par les possibilités d'irrigation. Selon les données du MADR (2007), la pomme de terre reste cultivée dans toutes les régions du pays (figure 2). Selon CHEHAT (2008), elle est répartie comme suit :



**Figure 2 :**

Répartition spatiale de pomme de terre en Algérie (Source : MADR : Direction des statistiques, 2007).

**L'Ouest :** Tlemcen, Mostaganem, Chlef, Tiaret, Mascara, avec une superficie de 24212 hectares, soit 30,52 % de la superficie globale.

**Le Centre :** Principalement dans les wilayas D'Ain Defla, Tipaza, Alger, Boumerdes, Bouira et Tizi-Ouzou, couvrant une superficie de 24 426 hectares, soit 30,79 % de la superficie globale.

**L'Est :** Dans les wilayas de Skikda, Guelma, Setif, Mila et Batna, avec une superficie de plus de 8881 hectares, soit 11,19 % de la superficie globale.

**Le Sud :** Il s'agit de l'apparition récente du bassin spécifique d'El Oued, où la pomme de terre est devenue en quelques années, une spéculation majeure avec près de 7.000 hectares chaque année.

### **I-2.3. Les différentes variétés de pomme de terre cultivées**

La liste des variétés de pomme de terre homologuées en Algérie est établie par le CNCC\*. Elle comporte 122 variétés. Toutes ces variétés sont importées d'Europe, dont 58% des Pays Bas, 16% de France et 13% du Danemark. Selon les données de la Chambre Nationale d'Agriculture, les variétés les plus demandées en production sont :

☞ **La catégorie peau rouge:** Désirée, Kondor, Stemter et Cardinal.

☞ **La catégorie peau blanche:** Timate, Spunta, Diamant, Nicolas, Escort et Apollo.

#### I-2.4. Evolution des superficies de la pomme de terre

La superficie réservée à cette culture avoisinait les 68 640 hectares en 1998, mais elle n'a pas cessé d'augmenter pour répondre à la demande qui n'a pas arrêté d'évoluer d'une manière significative. Actuellement, près de 80 426 hectares en moyenne sont réservés annuellement à la production de la pomme de terre en Algérie, soit 30 % de la superficie consacrée aux cultures maraîchères (OMARI, 2011).

**Tableau I** : Les superficies occupées par tranche de la culture de pomme de terre de 1998 à 2011 (Unité : ha)

| Année       | Culture de primeur | Culture de saison | Culture d'arrière- saison | Total          |
|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|----------------|
| <b>1998</b> | 4 020              | 42 420            | 22 200                    | <b>68 640</b>  |
| <b>1999</b> | 4 100              | 37 210            | 23 580                    | <b>64 890</b>  |
| <b>2000</b> | 3 480              | 45 590            | 23 620                    | <b>72 690</b>  |
| <b>2001</b> | 4 630              | 38 790            | 22 370                    | <b>65 790</b>  |
| <b>2002</b> | 4 150              | 43 360            | 25 050                    | <b>72 560</b>  |
| <b>2003</b> | 4 670              | 52 880            | 31 110                    | <b>88 660</b>  |
| <b>2004</b> | 4 053              | 56 193            | 32 898                    | <b>93 144</b>  |
| <b>2005</b> | 4 828              | 60 299            | 34 590                    | <b>99 717</b>  |
| <b>2006</b> | 4 645              | 58 632            | 35 548                    | <b>98 825</b>  |
| <b>2007</b> | 2 462              | 41 571            | 35 306                    | <b>79 339</b>  |
| <b>2008</b> | 1 912              | 54 139            | 35 790                    | <b>91 841</b>  |
| <b>2009</b> | 3 533              | 64 354            | 37 234                    | <b>105 121</b> |
| <b>2010</b> | 4 464              | 70 056            | 47 476                    | <b>121 996</b> |
| <b>2011</b> | 4 841              | 72 644            | 54 418                    | <b>131 903</b> |

(Source : MADR : Direction des statistiques 2011)

Le tableau I, représente les superficies occupées par la pomme de terre entre 1998 et 2011 pour les différentes tranches de culture.

Une croissance significative des superficies occupées par la tranche d'arrière-saison qui passe de 22 200 hectares en 1998 à 54 418 hectares en 2011.

### I-2.5. Evolution de la production de la pomme de terre

La production de pomme de terre constitue l'un des succès les plus notables de l'agriculture algérienne au cours des 20 dernières années. Elle est estimée à plus d'un milliard de dollars en 2006 (Omari, 2009).

**Tableau II :** La production de la culture pomme de terre en Algérie de 1998 à 2011 (Unité : tonnes).

| Année       | Culture de primeur | Culture de saison | Culture d'arrière- saison | Total            |
|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| <b>1998</b> | 42 400             | 782 700           | 274 900                   | <b>1 100 000</b> |
| <b>1999</b> | 55 100             | 597 200           | 343 900                   | <b>996 300</b>   |
| <b>2000</b> | 47 600             | 802 700           | 357 400                   | <b>1 207 700</b> |
| <b>2001</b> | 57 500             | 559 700           | 350 000                   | <b>967 200</b>   |
| <b>2002</b> | 76 200             | 855 300           | 401 900                   | <b>1 333 500</b> |
| <b>2003</b> | 75 000             | 1 143 500         | 661 400                   | <b>1 879 900</b> |
| <b>2004</b> | 80 200             | 1 214 500         | 601 600                   | <b>1 896 300</b> |
| <b>2005</b> | 76 700             | 13 58300          | 721 600                   | <b>2 156 500</b> |
| <b>2006</b> | 90 300             | 1 376 000         | 714 600                   | <b>2 181 000</b> |
| <b>2007</b> | 45 200             | 804 000           | 657 700                   | <b>1 506 900</b> |
| <b>2008</b> | 33 200             | 1 454 600         | 683 100                   | <b>2 171 000</b> |
| <b>2009</b> | 78 900             | 1 799 300         | 757 700                   | <b>2 636 000</b> |
| <b>2010</b> | 100 500            | 1 986 600         | 1 213 000                 | <b>3 300 300</b> |
| <b>2011</b> | 112 600            | 2 254 300         | 1 495 100                 | <b>3 862 100</b> |

(Source : MADR : Direction des statistiques 2011)

De la lecture du tableau II ressort une augmentation de la production nationale en pomme de terre allant de 1,1 millions de tonnes en 1998 jusqu'à 2,2 millions de tonnes en 2006, mais aussi une régression de 30,91 % de la production nationale en 2007 s'expliquant par la diminution des superficies occupées entre ces années pour atteindre en 2011 une production de 3,8 millions de tonnes.

### I-2.6. Evolution des rendements de pomme de terre

Les meilleurs rendements sont enregistrés d'abord dans la période de la culture de saison, suivie par celle de l'arrière-saison et enfin par celle de la culture de primeur.

**Tableau III** : Évolution des rendements par tranches de culture de pomme de terre de 1998 à 2011 (Unite: qx/ha)

| Année       | Culture de primeur | Culture de saison | Culture d'arrière- saison | Total         |
|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>1998</b> | 105,42             | 184,51            | 123,84                    | <b>160,26</b> |
| <b>1999</b> | 134,46             | 160,51            | 145,84                    | <b>153,53</b> |
| <b>2000</b> | 136,76             | 176,08            | 151,29                    | <b>166,14</b> |
| <b>2001</b> | 124,22             | 144,29            | 156,46                    | <b>147,02</b> |
| <b>2002</b> | 183,57             | 197,26            | 160,46                    | <b>183,77</b> |
| <b>2003</b> | 160,62             | 216,25            | 212,59                    | <b>212,04</b> |
| <b>2004</b> | 197,78             | 216,13            | 182,87                    | <b>203,58</b> |
| <b>2005</b> | 158,81             | 225,26            | 208,61                    | <b>216,27</b> |
| <b>2006</b> | 194,37             | 234,69            | 201,04                    | <b>220,69</b> |
| <b>2007</b> | 183,50             | 193,40            | 186,28                    | <b>189,93</b> |
| <b>2008</b> | 173,90             | 268,70            | 190,90                    | <b>236,40</b> |
| <b>2009</b> | 223,40             | 279,60            | 203,50                    | <b>250,80</b> |
| <b>2010</b> | 225,30             | 283,60            | 255,50                    | <b>270,50</b> |
| <b>2011</b> | 232,60             | 310,30            | 274,80                    | <b>292,80</b> |

(Source : MADR : Direction des statistiques 2011)

De la lecture du tableau III, nous constatons que les rendements varient en moyenne de 160qx à 200qx/ha entre 1998 et 2004. Une augmentation significative est constatée dès l'année 2005 atteignant 300qx/ha en 2011.

### **I-2.7. La semence de la pomme de terre**

L'augmentation continue des superficies destinées à la culture de pommes de terre implique inéluctablement un besoin élevé en semences. Or l'Algérie ne produit que les semences destinées à la culture d'arrière-saison et une partie des semences pour la culture de primeur. Les besoins en semences de ces deux dernières cultures sont évalués à 220 000 tonnes en 2008 (MADR, 2008) et la production nationale n'en couvre que 50%. L'approvisionnement en semences se fait donc essentiellement à partir des semences importées.

Malgré l'existence de grandes possibilités de production nationale, nous assistons à chaque début de campagne à des importations massives de semences de pomme de terre pour assurer la couverture des besoins. Durant la période allant de 1995 à 2007, l'Algérie a importé, en moyenne annuelle, 88 298 tonnes des semences pour une valeur de 84,8 millions de US\$. Ces quantités ont été livrées par dix-neuf pays fournisseurs parmi lesquels se détachent cinq pays membre de l'Union Européenne et le Canada (CHEHAT, 2008).

### **Les différentes variétés des semences de pomme de terre cultivées**

Les variétés les plus demandées en production sont,

- ☞ **Pour les peaux rouges :** Désirée, Kondor, Stemter et Cardinal.
- ☞ **Pour les peaux blanches:** Timate, Spunta, Diamant, Nicolas, Escort et Apollo.  
(Chambre d'agriculture ; DSA.2008).

### **I-3. Description de la plante**

La Pomme de terre (*Solanum tuberosum L*) est une dicotylédone de la famille des solanacées (FEYTAUD, 1949). C'est une espèce herbacée vivace par ses tubercules, mais cultivée en culture annuelle (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

La plante est constituée de deux parties :

- ☞ L'appareil aérien est constitué de plusieurs tiges principales souvent ailées, qui se développent sur chaque tubercule ; les feuilles sont alternes, disposées sur la tige suivant une phyllotaxie spiralée avec une spirale génératrice tournant le plus souvent dans le sens sénestre (ARTSCHWAGER,1918), composées et comportent de 7 à 15 grandes folioles (ROUSSELLE et *al.*, 1996). Les fleurs sont groupées en inflorescence cymeuse, de couleur variée du blanc au violet selon les variétés parfois les deux couleurs se trouvent sur la même fleur.
- ☞ L'appareil souterrain est constitué de tubercule mère ; des tiges sous terraines ou stolon peuvent se ramifier et les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire se forment dans leur région subapicale ; des racines adventives, fasciculées, qui naissent au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons et directement sur tubercule au niveau des yeux.

#### **Caractéristiques du tubercule:**

Quatre principaux critères permettent de caractériser le tubercule (ROUSSELLE et *al.*,1996).

- ☞ **Forme** : les tubercules sont classés en quatre grand types : les claviformes, les oblongues, les arrondis et les cylindriques allongés.
- ☞ **Enfoncement des yeux** : la plupart des variétés ont des yeux superficiels, peu d'entre elles ont des yeux demis enfoncés.
- ☞ **Couleur et texture de la peau** : la coloration est due à la présence d'un ou plusieurs pigments dans les cellules du périoderme qui donnent à la peau une teinte jaune, rose pâle, bleu-violacée et violet foncé.
- ☞ **Couleur de la chaire** : la chair présente toute une gamme de teintes allant du blanc au jaune.

#### **I-4. Cycle biologique**

Le cycle de la pomme de terre est très court (trois à quatre mois), depuis le semis jusqu'à la destruction de l'appareil végétatif (MARTIN, 2004), il se déroule en trois phases principales à partir de la récolte des tubercules : **Phase de croissance, tubérisation et repos végétatif** (Fig.3).

##### **① Phase de croissance**



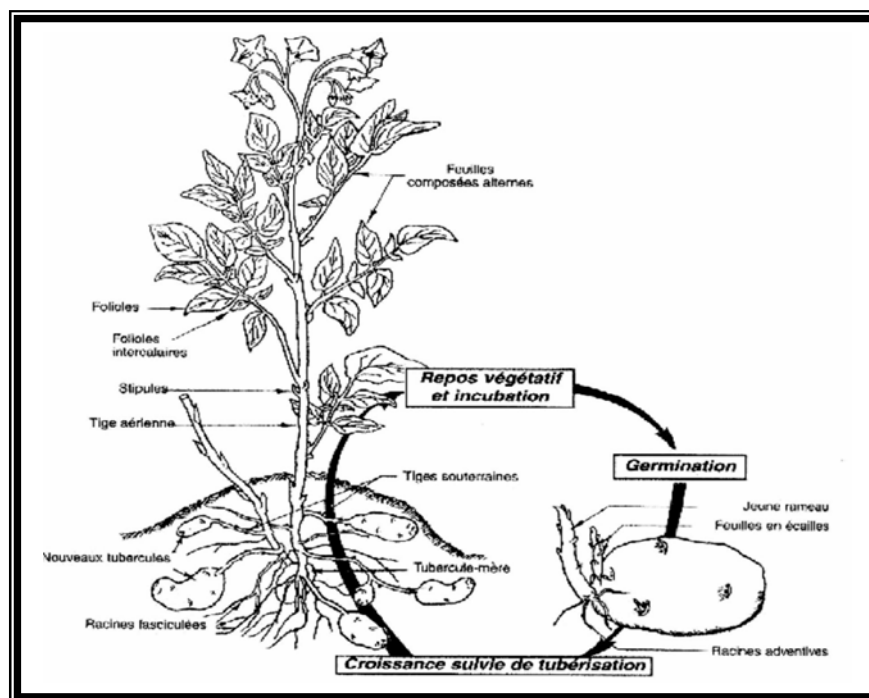
Lorsqu'un tubercule germé est planté en terre, ses germes se transforment en tiges feuillées qui donnent, au-dessus du sol, des rameaux, et en dessous des stolons (MADEC, 1966 in MONTARY, 2007)

### ② Tubérisation

C'est un processus physiologique à développement complexe, qui commence par une inhibition de croissance longitudinale (le stolon aérien), suivi d'une croissance du tubercule. Le stolon souterrain une fois différencié, les cellules et les tissus augmentent de volume en emmagasinant des substances de réserves (TRINDALE et al., 2004).

### ③ Repos végétatif

Durant cette phase, le tubercule est même placé dans des conditions naturelles optimales (température 15-20°C et humidité relative autour de 90%) mais leurs bourgeons sont incapables de croître (TRINDALE et al., 2003). A la fin de ce repos végétatif le germe entre en croissance s'il n'y a pas de dormance induite par les conditions du milieu (MONTARRY, 2007). Le repos végétatif a donc des causes internes, probablement liés à l'équilibre entre les facteurs biochimique promoteurs et inhibiteurs de la croissance tandis que la dormance est maintenue par l'effet de facteurs externes, le plus souvent les basse températures (ROUSSELLE et al., 1996).



**Figure 3 :**  
Cycle végétatif de la pomme de terre (D'après SOLTNER, 2005).

## I-5. Exigences culturelles de la pomme de terre

### ① Température

Elle influence beaucoup sur la croissance et le développement de la pomme de terre. Les températures basses ont une influence défavorable sur la croissance des plantes puisqu'elles la ralentissent à la fois directement et indirectement en favorisant l'induction de la tubérisation. Les températures élevées ont l'effet contraire (ROUSSELLE et *al.*, 1996). Les températures optimales pour la croissance des tubercules est 18°C, et son zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C (CLEMENT, 1981).

### ② 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 important pour une bonne récolte (REGUIEG, 2008).

- ☞ Fumure organique : Un apport de 30t/ha de fumier décomposé sera souhaitable
- ☞ Fumure de fond :  
Azote - 20-30 unités/ha,  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 150 unités/ha  
K<sub>2</sub>O - 180-200 unités/ha
- ☞ Fumure d'entretien : 100 unités /ha d'Azote à apporter en trois fois par fractionnement (REGUIEG, 2008).

### ③ Photopériode

La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par une longueur du jour élevé (14 à 18h). Une photo période inférieure à 12 h favorise la tubérisation (BAMOUEH, 1999).

### ④ Sol

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés, aérés et pas trop pierreux. Cette solanacée préfère les sols profonds, fertiles et meubles (LAUMONIER, 1979 ; BAMOUEH, 1999).

### ⑤ PH

Dans les sols légèrement acides (pH= 5.5 à 6), la pomme de terre peut donner de bons rendements. Alors qu'une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercules (Heller, 1981).

## **I-6. Itinéraire technique de la culture de pomme de terre :**

### **① Préparation des plants**

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. En cas où le premier germe a démarré il faut le supprimer afin d'accélérer les germes latéraux ; les plants sont disposés dans un local bien aère et éclairé afin d'obtenir des germes trapus, verdâtres, ne dépassant pas 10mm, facile à manipuler lors de la plantation (REGUIEG, 2008).

### **② Préparation du sol**

Un labour a 20-25 cm de profondeur est indispensable suivi des façons superficielles afin de bien ameublir le sol ; l'apport de la fumure minérale se fera pendant cette préparation selon la dose moyenne : N (30) P(150) K(180), il faut aussi prévoir 30T/ha de fumure organique enfouie au cours de cette préparation (REGUIEG, 2008).

### **③ Plantation et buttage**

Les tubercules seront disposés en rangs, espacés de 70~75cm et placés tous les 30 cm sur le rang, à 10 cm de profondeur ; utilisant des tubercules germés de 28-35mm, un hectare de culture nécessite environ 2000 à 2400 kg de semences (REGUIEG, 2008). Le buttage est respectivement réalisé en une étape lors de la plantation ou en deux étapes espacées de 10 à 15 jours (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

### **④ Binage**

Coté soin, quelques binages seront nécessaires pour éliminer les mauvaises herbes qui se développent entre les sillons. Le binage sera suivi d'apport de complément en azote (REGUIEG, 2008).

### **⑤ Irrigation**

La Pomme de terre est très sensible à la fois au déficit hydrique et l'excès d'eau. Une courte durée de sécheresse peut affecter sérieusement la production particulièrement pendant la phase de tubérisation. Les besoins hydriques varient entre 400 et 600 mm selon les conditions climatiques (REGUIEG, 2008).

### ⑥ **Défanage**

Le défanage consiste à éliminer en fin de culture la partie aérienne du plant de pomme de terre afin de stopper la croissance des tubercules. La méthode la plus utilisée est le défanage chimique. Il intervient plus ou moins précocement selon le type de production. Après défanage, les tubercules sont laissés en terre pour une période de 2 à 4 semaines afin de permettre leur maturation (DELAPLACE, 2007).

### ⑦ **Récolte**

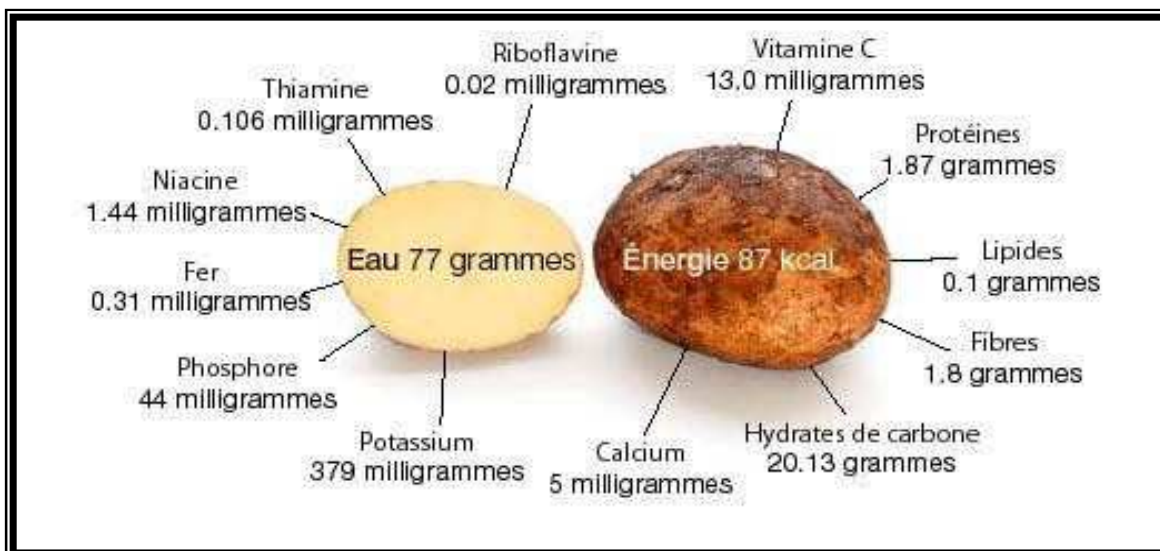
L'arrachage des tubercules intervenant en fin de cycle est une opération délicate qui influence la qualité de présentation et l'aptitude à la conservation des tubercules. Les arracheuses mécaniques actuelles permettent l'arrachage de tous les tubercules en limitant le risque de meurtrissures et en éliminant la terre, les mottes, les cailloux et les fanes desséchées (DELAPLACE, 2007).

## **I-7. La valeur nutritionnelle de la pomme de terre**

La Pomme de terre a une valeur nutritionnelle très satisfaisante. En effet, elle apporte des vitamines, des oligoéléments et autres minéraux qui sont nécessaires à une alimentation saine et équilibrée. La pomme de terre représente une bonne source d'énergie grâce à l'amidon renfermé dans son tubercule, elle a donc une haute teneur en glucides. En effet, dans environ 20% de sa matière sèche, on trouve 60 à 80% d'amidon. Elle contient environ 90 kcal pour 100 g (Fig. n°4).

La quantité de protéines apportée par la pomme de terre est faible, mais de bonne qualité. Elle ne contient que des traces de lipides mais riche en micronutriments, en particulier en vitamine C. La pomme de terre est une source modérée de fer et sa forte teneur en vitamine C en favorise l'absorption.

C'est est une bonne source de vitamines B1, B3 et B6 et de sels minéraux comme le potassium, le phosphore et le magnésium, et elle contient aussi les vitamines B9, B5 et B2. Les pommes de terre renferment par ailleurs des antioxydants, utiles dans la prévention des maladies liées au vieillissement, et des fibres alimentaires essentielles au métabolisme (OSWALDO, 2010).



**Figure 4 :**

Valeur nutritionnelle pour 100 g de pommes de terre cuites et épluchées avant consommation (OSWALDO, 2010).

### I-8. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie

La pomme de terre est sujette à plusieurs maladies et ravageurs qui causent d'importants dégâts quantitatifs et qualitatifs. Selon (Bouznad et al., 2008) les principales maladies et ravageurs de la pomme de terre, et leurs agents causaux, sont résumés dans le tableau IV.

**Tableau IV :** Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie

| Maladies  | Agent causal  | Symptômes   |
|---|---|---|
| <b>Maladies fongiques</b>                               |   |   |
| Le mildiou de la pomme de terre                         | <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des taches foliaires avec bordure jaune et feutrage blanc à la face des feuilles.</li> <li>- Des nécroses des feuilles et des tiges.</li> <li>- Des pourritures sur tubercules.</li> </ul>                             |
| L'Alternariose de la pomme de terre                     | <i>Alternaria solani</i><br><i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissel,  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des lésions typiques avec taches nécrotiques en anneaux concentriques et halo jaunâtre.</li> <li>- Des pourritures sèches sur tubercules.</li> </ul>   |
| <b>Maladies Bactériennes</b>                            |   |   |
| La jambe noire et pourriture molle de la pomme de terre | <i>Erwinia carotovora</i> sub sp <i>atroseptica</i> Van Hall<br><i>Erwinia carotovora</i> sub sp <i>carotovora</i> Johns, 1901. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur feuillages nécrose plus ou moins sèche</li> <li>- pourriture humide à la base des tiges, jaunissement, flétrissement et/ou enroulement du feuillage.</li> <li>- Sur tubercule pourriture molle interne.</li> </ul> |

| <b>Maladies Bactériennes (suite)</b>            |  |  |
|---|--|--|
| Les pourritures brunes de la pomme de terre     | <i>Ralstonia solanaceatun</i><br>Smith, 1896.  | - Flétrissement de la plante<br>- Pourriture brune de l'anneau vasculaire<br>- Présence d'un mucus blanchâtre                                    |
| Les pourritures annulaires de la pomme de terre | <i>Clavibacter michigamensis</i> sub sp<br><i>sepedonicus</i><br>Speckermann et Kottof, 1914.                  | - Flétrissement de la plante<br>- Pourriture de l'anneau vasculaire avec nécrose   |
| Gale commune de la pomme de terre               | <i>Streptomyces scabies</i><br>Thaxter, 1992.  | Développement des lésions superficielles ou profondes, parfois ces lésions couvrent la surface entière du tubercule                              |
| <b>Maladies virales</b>                         |  |  |
| La mosaïque plane de la pomme de terre          | Virus X de la pomme de terre (PVX)   | - Des mosaïques planes ou bénignes   |
| Le virus de la frisolée de la pomme de terre    | Virus Y de la pomme de terre (PVYNTN)  | Des mosaïques accompagnées de nécroses foliaires, de jaunissement et de flétrissement des feuilles et parfois de la mort prématurée des plantes. |
| Les Viroses de la pomme de terre                | Virus A de la pomme de terre (PVA)<br>Virus S de la pomme de terre (PVS)<br>Virus M de la pomme de terre (PVM) | Déformation, enroulement et rigidité des feuilles ou encore un nanisme de la plante.<br>- Sur le Tubercule nécrose superficielles par pvy ntm    |
| <b>Maladies dues aux ravageurs</b>              |  |  |
| La teigne de la pomme de terre                  | <i>Phthorimaea operculella</i>   | - Les feuilles se fanent   |
| <b>Maladies dues aux Nématodes</b>              |  |  |
| Nématode à kyste de la pomme de terre           | <i>Globodera rostochiensis</i><br><i>Globodera pallida</i>   | - Flétrissement et la mort de la plante  |

## Chapitre II

### **Généralités sur les pucerons**

## Introduction

Parmi les bio-agresseurs de la pomme de terre, les pucerons constituent les ravageurs, les plus importants, tant par les dégâts directs qu'ils infligent à la plante par prélèvement de sève, que par la vexion de nombreux virus (HARMEL et *al.*, 2008).

## II-1 Systématique

Les aphides ou pucerons constituent l'un des groupes zoologiques le plus important par le nombre d'espèces qu'il contient et la diversité qu'on y rencontre (DIXON, 1985). REMAUDIERE et *al.*, (1997) classent les pucerons dans leur catalogue « les Aphididae du monde » comme suit :

**Embranchement :** —————> Arthropoda  
**Classe :** —————> Insecta  
**Super ordre :** —————> Hemipteroïda  
**Ordre :** —————> Homoptera  
**Superfamille :** —————> Aphidoidea  
**Famille :** —————> Aphididae

La superfamille des Aphidoidea est répartie en 3 familles : les Phylloxeridae, les Adelgidae et les Aphididae qui constituent de loin la famille la plus importante (Sullivan, 2008 ; Ortiz-Rivas et Martínez-Torres, 2010).

### Pucerons inféodés à la pomme de terre

Environ 4700 espèces de pucerons ont été recensées à travers le monde (REMAUDIERE & REMAUDIERE, 1997), dans 600 genres taxonomiques (REMAUDIERE et *al.*, 1997), dont 900 en Europe. Au moins 450 espèces de pucerons ont été identifiées sur des plantes cultivées (BLACKMAN et EASTOP, 2000). Parmi elles, une centaine s'est adaptée à des agroécosystèmes différents et présente de ce fait une importance économique notable (BLACKMAN et EASTOP, 2007).

Parmi ces insectes cinq espèces s'alimentent réellement sur la pomme de terre. Il s'agit, des pucerons *Myzus persicae* (SULZER), *Macrosiphum euphorbiae* (THOMAS) qui établissent précocement leurs colonies sur les feuilles supérieures de la plante, suivies plus tard de trois autres espèces :

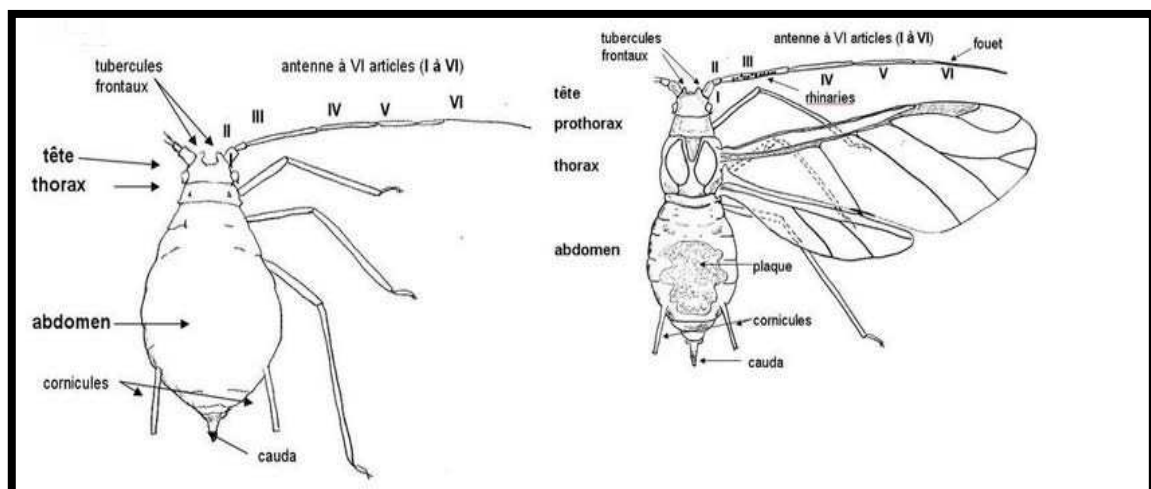


*Aphis gossypii* (GLOVER), *Aphis nasturtii* (KALTENBACH) et *Aulacorthum solani* (KALTENBACH), qui colonisent les feuilles inférieures et médianes des plants. Ces insectes sont vecteurs de nombreux virus. *M. persicae* peut à lui seul transmettre plus d'une centaine de virus, et reste de ce fait le vecteur le plus important alors que *M. euphorbiae* peut en véhiculer une quarantaine de viroses (KENNEDY et al., 1963 ; GRATWICK, 1992).

D'autres espèces de pucerons, non inféodées à la pomme de terre, sont également capables de véhiculer de nombreux virus (ROLOT, 2005). Au moins 250 espèces de pucerons appartenant à 13 genres sont vectrices de plus de 300 virus (MATTHEWS, 1991).

## II-2 Caractéristiques morphologiques des aphides

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous de petite taille, mesurant entre 2 à 4mm avec un corps ovale un peu aplati (GROETERS, 1989). Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen) (Fig. 5).



**Figure 5 :**

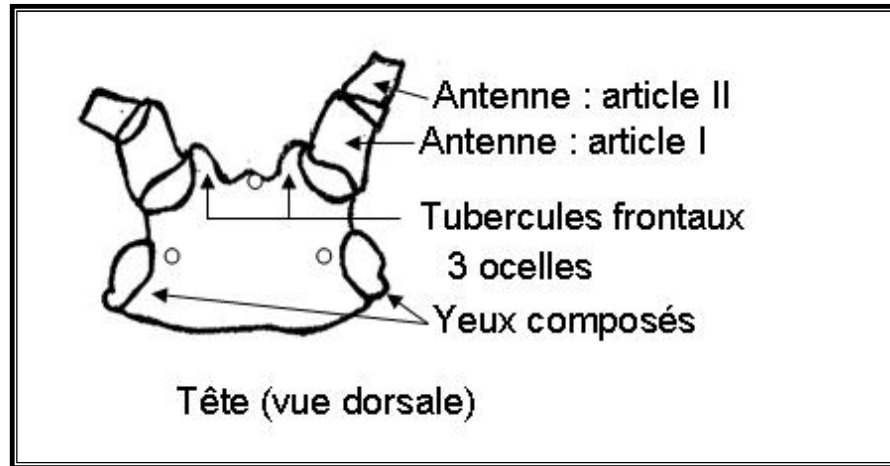
Schéma de l'anatomie générale d'un puceron.

a. Femelle vivipare aptère. b. Femelle vivipare ailée

(LECLANT, 1999) (Modifié d'après Encyclop'Aphid (c) INRA 2013).

### II-2.1 Tête

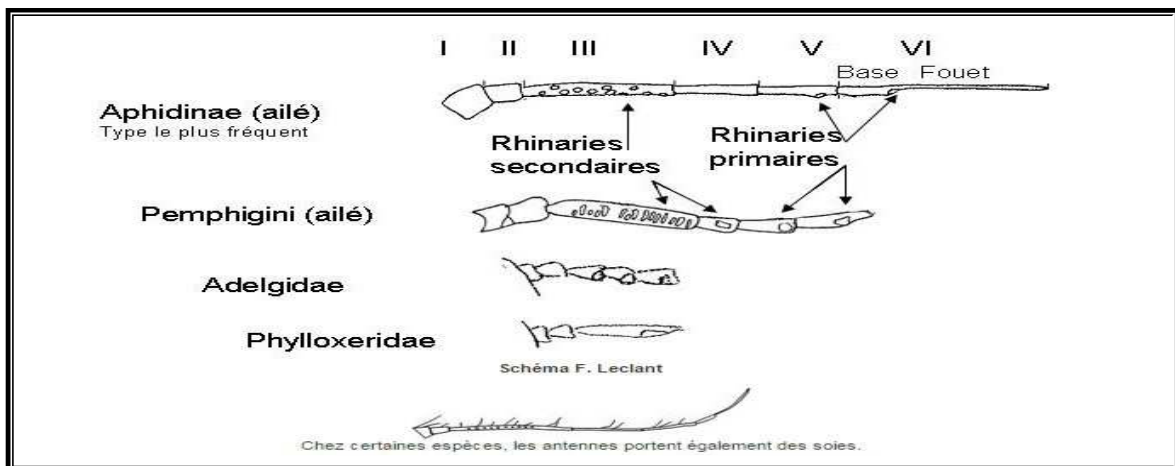
Chez les pucerons, la tête est généralement bien séparée du thorax dans les formes ailées, alors que chez les aptères celle-ci est plus dans la continuité du corps (Fig. 6). La tête porte des critères importants pour l'identification : les antennes, le front et le rostre. Et comme tous les insectes ; elle porte aussi des yeux composés. (TANYA, 2002 - FRAVAL, 2006).



**Figure 6 :**  
Forme de la tête chez les pucerons

### ① Antennes

Les antennes sont insérées sur le front ou sur des protubérances appelées tubercules frontaux. Elles comprennent 3 à 6 articles de longueur variable, le dernier article est généralement le plus long. Il est formé d'une partie basale légèrement renflée et d'une partie terminale appelée fouet ou processus terminalis. Certains articles antennaires présentent des organes sensoriels arrondis, ovales ou aplatis appelés sensoria ou rhinaries (HARDIE *et al.*, 1996; TANAYA, 2002) (Fig. 7).



**Figure 7:**  
Les antennes chez les pucerons

### ② Le front

La forme de la tête et plus particulièrement celle du front est également un critère important pour l'identification des genres et parfois même des espèces. Le front des pucerons peut présenter un sinus médian plus au moins prononcé; convexe ou concave ou encore présente des tubercules frontaux (BARTA et CAGAN, 2006).

### ③ Le rostre

Sur la partie ventrale de la tête se situe le rostre (ou labium) composé de 4 articles de longueur inégale, composé de deux stylets mandibulaires protégeant toute leur longueur et deux stylets maxillaires à l'architecture interne très complexe (ILUZ, 2010).

### ④ Les yeux

Les pucerons possèdent une paire d'yeux composés rouge brunâtre, saillants et souvent volumineux. Ils présentent un tubercule oculaire porteur de trois ommatidies (Sullivan, 2008). Les ailés ont également trois ocelles disposés en triangle sur le dessus de la tête.

## II-2.2 Le thorax

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces de pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères (BLACKMAN et EASTOP, 2000).

### ① Les pattes

Les trois paires de pattes sont de longueur inégale, les postérieures étant plus longues que les antérieures. Le tibia plus long que le fémur présente souvent des soies. Chez les femelles sexuées, le tibia de la 3ème paire de pattes est renflé et porte de nombreuses sensoria. Les tarses comprennent deux articles : le basal plus petit et le terminal se terminant par deux griffes (BLACKMAN et EASTOP, 2000).

### ② Ailes

D'après TAYLOR (1981), chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures qui ont toutes des nervures simples, sauf la nervure médiane qui se manifeste chez la plupart des espèces. Selon GODIN et BOIVIN (2002), la nervation peut être soit non ramifiée, ramifiée une seule fois ou ramifiée deux fois.

## II-2.3 L'abdomen

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (MULLER et *al.*, 2001).

Les cornicules sont absents dans quelques genres et parfois dans les formes d'une même espèce (BRAENDLE et *al.*, 2006). Le dernier segment abdominal (10ème) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (FREDON, 2008).

### ① Les cornicules

Les pucerons utilisent les cornicules pour émettre une sécrétion de défense et une phéromone d'alarme lors de l'attaque d'un prédateur. Les cornicules sont de forme, de couleur et de longueur très variables. C'est un critère très utilisé pour l'identification des formes adultes. Chez certaines espèces, les cornicules sont réduites à un pore mais chez d'autres elles peuvent manquer complètement. La forme des cornicules peut alors varier selon le stade ou le morphe au sein d'une même espèce (HARMEL et *al.*, 2008).

### ③ Cauda et plaque anale

Le dernier (10ème) segment abdominal forme la queue ou cauda. Elle est plus ou moins développée et de forme variable suivant les espèces. Juste en dessous se situe la plaque anale et entre les deux l'anus. La cauda n'est différenciée qu'au stade adulte. Elle est de forme, de couleur et de longueur très variable. C'est un critère très utilisé pour l'identification des formes adultes des différentes espèces (DEDRYVER, 2010 ; HULLE, 1999).

Les pucerons se nourrissant la tête en bas, la fonction principale de la cauda serait d'empêcher le miellat, liquide collant et rejeté par l'orifice anal, de s'écouler sur le corps de l'insecte. Les pucerons visités par les fourmis ont généralement une cauda courte ou peu développée car celles-ci prélèvent le miellat au fur et à mesure (GRATWICK, 1992).

La forme de la plaque anale est également un critère d'identification, celle-ci est généralement entière et arrondie ou bilobée chez certains genres (LECLANT, 1999).

### ③ Soies et plaques cirières

L'abdomen peut avoir des soies courtes ou longues de forme pointue, capitée ou spatulée. Des glandes cirières existent chez plusieurs familles, elles secrètent une cire pulvérulente et parfois de longs filaments (LECLANT, 1999).

### ④ Organes génitaux

La plaque génitale se situe sur la face ventrale. Chez les virginipares et les femelles sexuées, l'orifice génital apparaît comme une simple ouverture transversale dépourvue de tout organe particulier.

Les organes copulateurs du mâle comprennent le pénis et une paire de valves génitales (LECLANT, 1999 ; BLACKMAN et EASTOP, 2007).

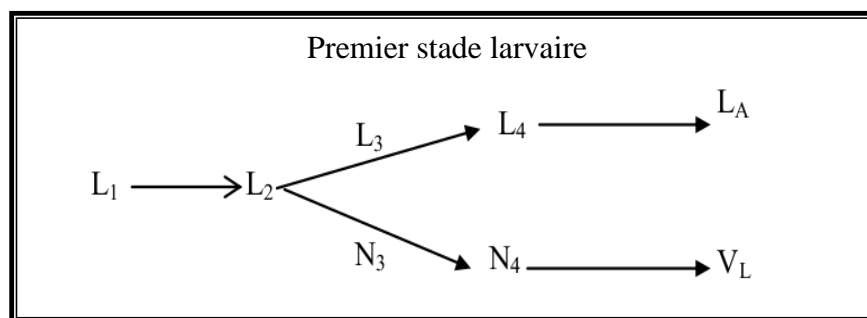
### II-3 Caractéristiques bioécologiques des pucerons

#### II-3.1 Caractéristiques biologiques

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (SUTHERLAND, 2006).

Les 4 stades larvaires se distinguent essentiellement par la taille et le développement des appendices, le nombre d'articles antennaires, la forme et la taille des cornicules et de la cauda. La cauda des stades larvaires n'est pas ou peu différenciée de l'abdomen, contrairement au stade adulte où elle est bien individualisée.

Chez les futurs ailés, les ébauches alaires n'apparaissent qu'à partir du 3ème stade larvaire. (Fredon, 2008). Le développement larvaire d'un puceron est le suivant:



**Figure 8 :**  
Stade larvaire des pucerons

Le passage des pucerons par ces stades successifs en se débarrassant de l'exosquelette (phénomène de mue) est dû à la cuticule rigide qui inhibe la croissance progressive (DEDRYVER, 1982).

### II-3.2 Cycle biologique

Le cycle évolutif des pucerons est dit hétérogonique c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées) (CHRISTELLE, 2007), avec une reproduction asexuée largement dominante sur la reproduction sexuée.

Les pucerons sont plurivoltins et peuvent avoir, selon les conditions climatiques, jusqu'à 20 générations par an. Ils présentent une grande variabilité de cycles biologiques.

Selon LAMBERT (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est due à une multiplication très rapide de la population de pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites).

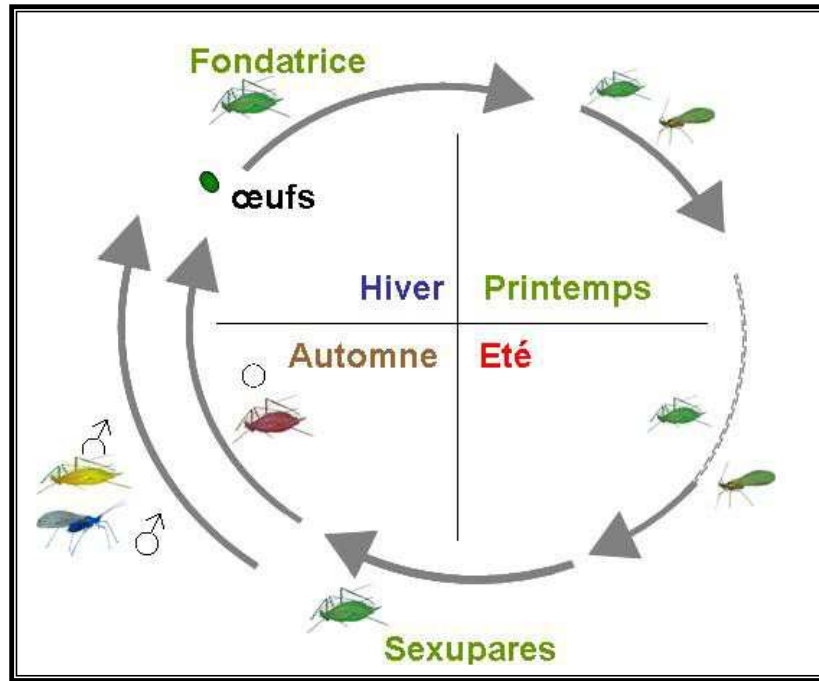
Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plants de la même espèce ou d'espèces très voisines ; elles sont dites monœciques. Par contre d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet deux plantes hôtes non apparentées botaniquement.

Ces espèces sont dites hétéroeciques (ou dioeciques). La plante sur laquelle est pondu l'œuf d'hiver est appelée l'hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, généralement c'est une plante herbacée sur lequel émigre les fondatrigenes ailées (SIMON, 2007).

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent un cycle annuel complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique).

#### ① Cycle holocyclique monœcique

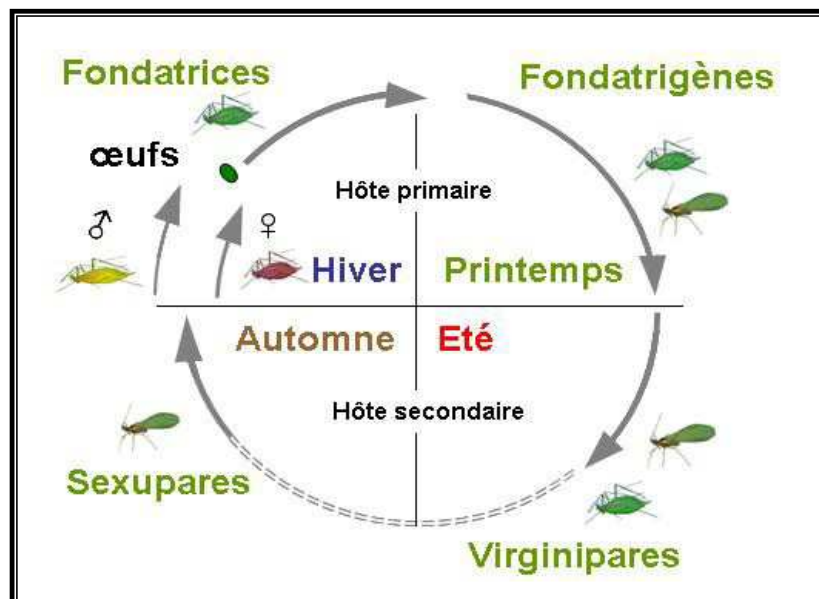
Dans ce type de cycle, les pucerons présentent une génération sexuée et plusieurs générations asexuées, toutes étant accomplies sur la même espèce de plante ou sur des plantes d'espèces voisines (Fig. 9). Plusieurs générations de femelles parthénogénétiques s'intercalent entre fondatrice sexupares au cours du printemps et de l'été (HULLE et *al.*, 1998).



**Figure 9 :**  
Cycle holocyclique monœcique

② **Cycle holocyclique diœcique (1)**

Chez les espèces holocycliques diœciques de type 1, les sexupares ailées assurent la migration de retour vers les hôtes primaires où elles donnent naissance aux mâles et aux femelles ovipares. Les deux morphes sexués appartiennent donc à la même génération (HULLE, 1998 ; LEROY et *al.*, 2010) (Fig 10).

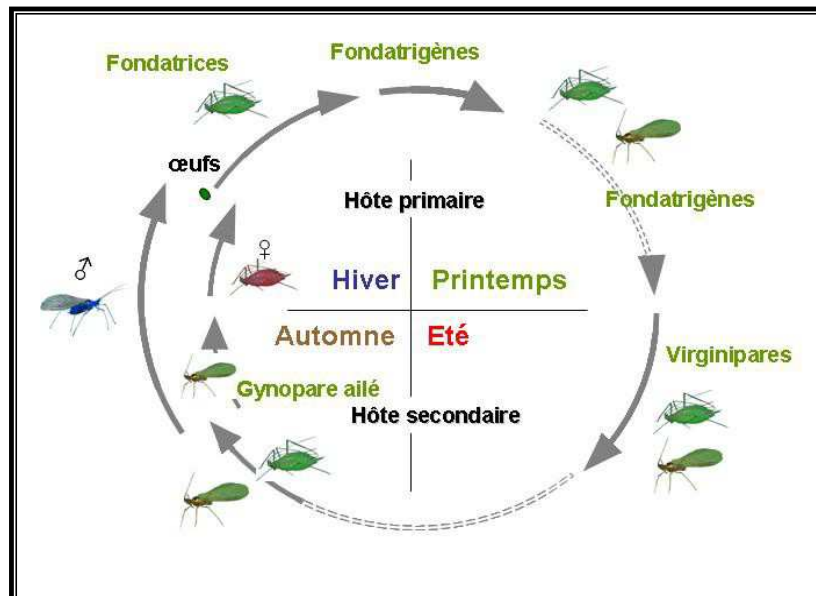


**Figure 10 :**  
Cycle holocyclique diœcique (1)

### ③ Cycle holocyclique diœcique (2)

Chez les espèces holocycliques diœciques de type 2, les gynopares ailées, issus en automne sur l'hôte secondaire, migrent vers les hôtes primaires. Elles donnent naissance aux femelles ovipares. Les mâles ailés, qui appartiennent à la même génération que les gynopares, arrivent à leur tour sur les hôtes primaires pour s'accoupler avec les ovipares. Les deux morphes sexués ont alors une génération d'écart.

A l'éclosion de l'œuf, la fondatrice donne naissance à plusieurs générations de fondatrigenes qui se développent sur l'hôte primaire au printemps. Puis des migrants fondatrigenes ailés partent coloniser les hôtes secondaires en fin de printemps (SULLIVAN, 2008) (Fig 11).



**Figure 11 :**  
Cycle holocyclique diœcique (2)

### ③ Anholocycle

Certains pucerons ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par voie sexuée. Ils se multiplient par parthénogenèse toute l'année et sont dits anholocycliques (HULLE, 1998).

L'anholocyclie peut être totale. Elle affecte alors une espèce entière (*Myzus ascalonicus* dont on ne connaît aucune forme sexuée de par le monde) ou certains clones (*Metopolophium festucae*). L'anholocyclie peut aussi être partielle. Elle n'affecte alors qu'une partie de la population.



Chez certaines espèces par exemple, la rareté de l'hôte primaire dans certaines régions ou la douceur de l'hiver entraînent localement la quasi-disparition de la phase sexuée. C'est le cas de *Rhopalosiphum padi* qui, en Europe de l'Ouest, peut être présent toute l'année sur différentes graminées. Certaines espèces peuvent aussi hiverner sous forme parthénogénétique dans les milieux protégés comme les serres, les tunnels dans le cas des cultures sous abris (LAWSON et al., 2014).

### II-3.3 Reproduction

Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée: 40 à 100 descendants par femelle, ce qui équivaut à 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (KOS et al., 2008). Selon BENOIT (2006), une femelle aphide (comme le puceron vert du pêcher ou le puceron cendré du chou) est capable d'engendrer jusqu'à 30 à 70 larves.

### II-3.4 Facteurs de développement et de régression des populations des pucerons

#### II-3.4.1 Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont représentés par les différentes conditions climatiques intervenant dans la dynamique de populations des aphides.

##### ① Températures

D'après LAMY (1997), les insectes étant des poïkilothermes, la température est pour eux le facteur écologique le plus important.

- ☞ La température est un facteur agissant directement sur le développement des aphides. Ces derniers sont en effet particulièrement adaptés aux régions à hiver froid durant lesquels ils survivent sous forme d'œufs capable de résister à des températures de l'ordre de -10 à -15 °C.
- ☞ La température minimale de développement de ces insectes est de 4°C en moyenne. En dessous de ce seuil, ils ne se multiplient plus. Entre 4 °C et 22 °C, ils se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau (HULLE et al, 1999; HULLE et C d'ACIER, 2007).

☞ D'après HULLE et C d'ACIER (2007); la vitesse de développement des pucerons et leur fécondité dépendent de la température. Une femelle de puceron a besoin en moyenne de 120°C (soit dix jours à 12°C par exemple ou bien six jours à 20°C).

### ② Précipitations

Selon OULD EL HADJ (2004), en milieu aride, les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, car ce sont deux facteurs limitant l'activité générale des insectes. DEDRYVER (1982), a noté que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité.

### ③ Durée d'insolat

D'après ROBERT (1982), l'intensité lumineuse agit sur les possibilités d'envol des pucerons et favorise donc la contamination des cultures.

### ④ Vent

D'après FINK et VOLKL (1995) et LABRIE (2010), le vent est un élément qui influence l'envol et la dispersion des insectes, notamment les pucerons et leurs ennemis naturels. Par sa vitesse et sa direction, il détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ils peuvent être transportés à des longues distances qui atteignent jusqu'à 150 à 300 km (ROBERT, 1982).

### ⑤ Humidité de l'air

Le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 75% combinée avec une température inférieure à 13 °C, et il est favorisé à une humidité relative de l'air inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30 °C (BONNEMAISON, 1950).

## II-3.4.2 Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques constituent essentiellement par des facteurs liés au potentiel biotique des espèces aphidiennes, le rôle de la plante hôte, l'action des ennemis naturels et les différentes méthodes de lutte déployée par l'Homme.

### ① Facteurs de régulation

#### ①.① Caractéristiques propres aux individus

La colonie de pucerons est une ressource localisée et limitée dans l'espace. Sa taille et le nombre d'individus qui la composent ne sont pas fixes, elle varie d'une dizaine à plus d'une centaine d'individus (AGELE, 2006; MARTINI, 2010).

#### ①.② **Caractéristiques propres aux individus**

D'après DEDRYVER (1982), ces facteurs peuvent réguler eux-mêmes leurs populations par des mécanismes intra spécifiques de deux ordres :

- ☞ La formation d'ailes; le contact étroit des individus d'une population dense se trouve lorsque les conditions écologiques sont favorables à la pullulation ce qui entraîne des modifications physiologiques sur l'insecte, il provoque l'apparition des formes ailées.
- ☞ La modulation du poids; donc de la fécondité des adultes. Sous l'effet direct de comportements agrégatifs intra spécifiques et l'effet direct de modification de la composition de la nourriture par les prélèvements de sève. Dans ces conditions, la densité d'une population augmente, le poids et la fécondité des adultes diminuent, retardent ainsi le moment où la plante risque de mourir.

#### **II-3.4.3 Rôle de la plante hôte**

Les pucerons sont uniquement phytophages, ils se nourrissent de la sève des plantes (CHRISTELLE, 2007; PRADO et TJALLINGII, 1997 ; ARMELLE et *al.*, 2010). Ils s'attaquent presque à la plupart des jeunes plantes qui sont les plus sensibles à la contamination par les ailés et les aptères (MICHAEL et DONAHUE, 1998; FOURNIER., 2010). Cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité.

#### **II-3.4.4 Rôle des ennemis naturels**

Les pucerons sont attaqués par un large éventail d'ennemis naturels (SCHMIDT et *al.*, 2004). On distingue les prédateurs, les parasitoïdes et les champignons entomopathogènes.

##### ① **Les prédateurs**

Ce sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, s'attaquant à d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie.

Ils appartiennent à des groupes taxonomiques divers. Leur spécificité pour certains d'entre eux est très large (DEGUINE et LECLANT, 1997).

### ② Les parasitoïdes

Ce terme a été introduit par REUTER (1913), pour désigner des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie où la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort (ROBERT, 1982). La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (REBOULET, 1999) (Fig. 12).

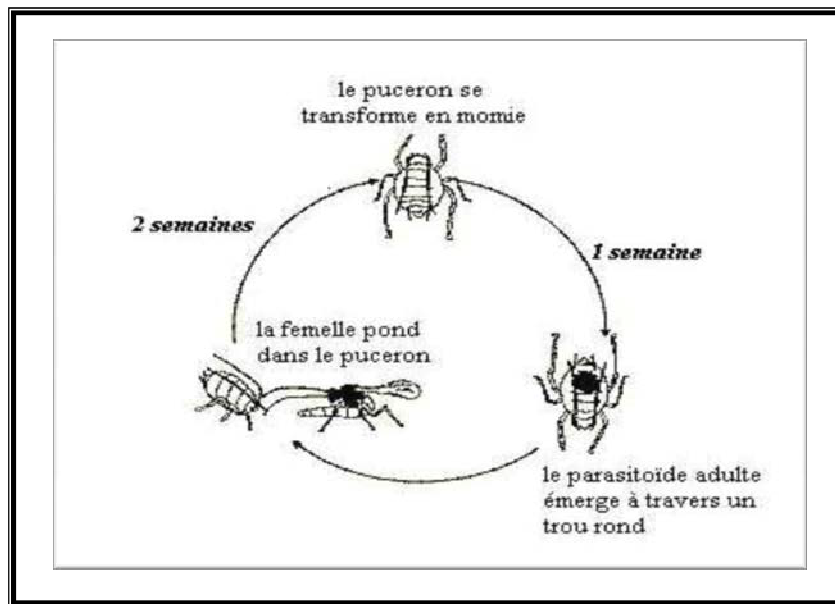


Figure 12 :  
Le parasitisme des pucerons (SEKKAT., 2007).

### ③ Les pathogènes

D'après DEGUINE et LECLANT (1997), ce sont essentiellement des champignons Phycomycètes appartenant au groupe des entomophthorales, qui sont susceptibles de déclencher des épizooties spectaculaires.

## II-4 Les dégâts causés par les aphides

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, en particulier chez les solanacées (FOURNIER, 2010).

### II-4.1 Les dégâts directs

Les pucerons occasionnent des dégâts directs en prélevant une quantité non négligeable de sève. Trois espèces sont couramment rencontrées sur pomme de terre (CAPINERA, 2008). *Myzus persicae* colonise de préférence les feuilles des étages inférieurs (SAGUEZ et al., 2005). *Macrosiphum euphorbiae* se situe surtout sur les hampes florales où les colonies forment un manchon lorsqu'elles pullulent (HEIE, 1995). Enfin, *Aulacorthum solani* se développe sur les feuilles des étages inférieurs et intermédiaires (ROBERT et RABASSE, 1977). Deux autres espèces causent aussi des dégâts considérables sur la culture de pomme de terre, il s'agit d'*Aphis nasturtii* et du puceron de la bourdaine *Aphis frangulae* (GRATWICK, 1992).

Dans les régions à climat chaud, *Aphis frangulae* peut être remplacée par le puceron du melon et du cotonnier (*Aphis gossypii*) qui appartient au même groupe d'espèces (STORER, 1995). D'après HARMEL et al., (2008), c'est le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes. Les piqûres alimentaires sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (CHRISSETELLE, 2007).

La salive émise lors des piqûres d'alimentation entraîne généralement une réaction du végétal : changement de couleur et enroulement des feuilles; parfois les pousses sont rabougries ou tordues, les entre-nœuds courts; en plus de la crispation du feuillage, l'induction de galles ou de chancres, l'avortement et le dessèchement des fleurs, la déformation des fruits (LECLANT, 1982).

Le produit de digestion des pucerons très riches en sucre s'accumule dans le rectum avant d'être rejeté avec les excédents aqueux encore très riche en hydrates de carbone et constituent le miellat qui provoque parfois l'altération des feuilles et des tiges et entrave la respiration et l'assimilation chlorophyllienne (BARTA et CAGAN, 2006).

## **II-4.2 Les dégâts indirects**

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont :

### **II-4.2.1 Miellat et fumagine**

Les produits non assimilés de la digestion de la sève élaborée très riche en sucre (mono, di et trisaccharides), sont éjectés sur la plante sous forme de miellat.

Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (LECLANT, 1982 ; CHRISTELLE, 2007; GIORDANENGO et *al.*, 2010).

#### **II-4.2.2 Transmission des virus phytopathogènes**

En se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles (BRAULT et *al.*, 2010). Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

Plusieurs virus transmis par pucerons peuvent infecter la pomme de terre. Le plus important économiquement est le virus Y (PVY), connu sous le nom de mosaïque, de frisolée ou de bigarrure. C'est un virus non-persistant transmis par différentes espèces de pucerons. L'inoculum initial peut provenir de plantes malades de la parcelle ou du voisinage, de repousses infectées, d'autres solanacées cultivées (tabac, tomate, piment) ou adventices (morelle noire).

Le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* reste le principal vecteur de ce virus suivi du puceron du nerprun *Aphis nasturtii*. Cependant des ailés d'autres espèces pas toujours inféodées à la pomme de terre peuvent également transmettre le virus (KOSTIW, 2003). Si ces ailés sont très nombreux, ils peuvent alors jouer un rôle important dans la vection des virus et donc dans le développement de la maladie. Le virus de l'enroulement de la pomme de terre (PLRV) est également important. Il est transmis selon le mode persistant essentiellement par le puceron *Myzus persicae*.

D'autres espèces comme le puceron strié de la digitale et de la pomme de terre (*Aulacorthum solani*) et le puceron vert et rose de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*) peuvent également transmettre ce virus, mais de façon moins efficace (Radcliffe et Ragsdale, 2002., Giordanengo ,2005 ).

Les principaux virus de la pomme de terre ainsi que leurs vecteurs sont résumés dans le tableau V suivant :

**Tableau V** : Quelques virus transmis par pucerons (DUVAUCHELLE et *al.*, 2004).

| Nom du Virus | Principaux vecteurs   | Symptômes des infections secondaires  |
|--------------|---|---|
| PLRV         | <i>M. persicae</i><br><i>A. solani</i><br><i>M. euphorbiae</i><br><i>A. nasturtii</i> | Feuilles enroulées en cuillères, dures et craquantes ; tubercules fils de petites tailles ; réseaux ; pertes de rendement |
| PVY          | <i>M. persicae</i><br><i>A. nasturtii</i>   | Nécroses, rabougrissement des plants; pertes de rendements  |
| PVA          | <i>M. persicae</i><br><i>M. euphorbiae</i>  | Marbrures; perte de rendement   |

D'après HARMEL et *al.*, (2008), les pucerons sont susceptibles de causer jusqu'à 20 % de pertes en rendement dans le Nord de la France.

L'acquisition du virus par son vecteur lors d'un repas sur une plante infectée s'effectue en une période pouvant durer quelques minutes à quelques heures. La variabilité de cette mesure dépend vraisemblablement de la répartition du virus dans la plante hôte et par conséquent, du temps nécessaire aux vecteurs pour atteindre lors du repas, les tissus infectés. Il existe une phase de latence, après le repas d'acquisition, durant laquelle le vecteur n'est pas infectant pour la plante. Ce phénomène correspond au temps nécessaire au virus pour s'accumuler sous forme infectieuse dans les glandes salivaires et donc dans la salive (BRAULT et *al.*, 2010). Bien évidemment, puisque le virus se multiplie dans l'insecte durant son transfert, la durée de cette phase de latence est proportionnelle à la durée du cycle de multiplication virale.

## II-5 Lutes contre les pucerons

L'importance des dégâts peut être liée directement à la taille des colonies de pucerons (dégâts directs) ou bien à l'action de quelques individus à fort pouvoir pathogène (cas des maladies à virus). La méthode de lutte doit tenir compte des différents types de dégât (TURPEAU et *al.*, 2011).

Le niveau des populations de pucerons dans les cultures est extrêmement variable d'une année à l'autre. Il dépend des capacités reproductives propres aux différentes espèces mais aussi de facteurs extérieurs dépendant de l'environnement physique et biologique.

Ces facteurs peuvent être très nombreux, ce qui explique les différences rencontrées dans les tentatives de modélisation de leur influence sur le développement des populations de pucerons (HULLE *et al.*, 1999).

### II-5.1 Les mesures préventives

Elles ont pour but d'éviter la propagation du parasite et d'éliminer les sources de contamination. Elle se fait par :

- ☞ Un contrôle des végétaux aux frontières pour éviter l'introduction de nouvelles populations sur un territoire.
- ☞ L'installation de brise-vent afin de minimiser le risque de dissémination par le vent (WANG *et al.*, 2000; LAMBERT, 2005).

### II-5.2 Lutte chimique

Pour réduire les dégâts d'insectes, l'utilisation des pesticides reste le moyen le plus largement utilisé et le plus efficace aujourd'hui (Ferrero, 2009). Selon HULLE *et al.*, (1999), les principes de la lutte chimique sont: l'empêchement d'acquisition du virus lors de piqûres d'essai par l'utilisation d'huiles végétales non phytotoxiques. Le choix des produits: ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile.

Ces produits doivent aussi être dotés d'un effet de choc élevé, et d'une bonne rémanence, en plus ils doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin d'éviter ou de retarder le phénomène de résistance. Il est de préférence que le choix porte sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l'enroulement des feuilles.

### II-5.3 Lutte biotechnique

Ce moyen de lutte est basé sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones).



Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage de masse, le piégeage d'avertissement ou des traitements par tâches (RYCKEWAERT et FABRE, 2001).

#### II-5.4 Lutte biologique

D'après l'organisation internationale de la lutte biologique contre les animaux et les plantes nuisibles l'O.I.L.B (1971) ; LAMBERT (2005) et MAISONHAUTE (2009), la lutte biologique est l'utilisation des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes,...) ou de leurs dérivés pour contrôler les populations de nuisibles et empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés aux cultures.

Les pucerons constituent une ressource alimentaire abondante et régulière utilisée par de nombreux organismes ou ennemis naturels, selon RAMSDEN et *al.*, (2015) , les principaux sont :

##### ① *Aphidus colemani* et *Aphidus ervi*

La femelle pond un œuf dans le corps du puceron. Le développement de la larve passe par quatre stades qui se déroulent dans le corps du puceron. Le parasite parasité est appelé momie : il se fige, gonfle et prend une couleur jaune doré. Le parasite quitte la momie par un trou de sortie.

Les pucerons parasités ne meurent pas tout de suite. Ils ne mangent et ne secrètent plus de miellat mais ils peuvent encore transmettre des maladies virales jusqu'à l'éclosion de l'œuf de l'hyménoptère. Une femelle peut parasiter 100 à 200 pucerons en 7 jours. La durée de développement est d'environ de deux semaines, de l'œuf à l'adulte.

##### ② *Praon spp.*

La biologie est similaire à celle d'*Aphidus spp.* Ce parasite apparait spontanément lorsque les conditions sont favorables. Il fournit un excellent complément à *Aphidus spp.*

#### Les prédateurs.

##### *Chrysoperla carnea*

La larve est très polyphage, elle se nourrit d'acariens, pucerons, thrips ; œufs de papillons, toutefois elle semble avoir une préférence pour les pucerons qu'elle attrape à l'aide de ses mandibules.

***Adalia bipunctata***

La coccinelle possède quatre stades larvaires particulièrement voraces qui peuvent consommer jusqu'à 60 œufs par jour.

***Episyrphus balteatus***

Seule la larve se nourrit de pucerons, très aphidiphage, elle peut consommer jusqu'à 400 pucerons durant les deux semaines que dure le stade larvaire.

**Substances naturelles ou extraits végétaux.**

Les plantes ont la capacité de synthétiser une multitude de substances chimiques, qui sont des métabolites secondaires, ces derniers sont considérés comme étant les moyens de défense de la plante qu'elle produit contre divers agents phytopathogènes et certains ravageurs.

Ces produits peuvent être exploités par les laboratoires de biopesticides (KOKALIS-BURELLE et RODRIGUEZ-KABANA, 2006).

Contre les pucerons les insecticides naturels sont à base de pyrèthre, molécule issue d'une plante, *Chrysanthemum cinerariifolium* qui agit par contact en paralysant les pucerons (KEMASSI et *al.*, 2014). Il faut traiter par pulvérisation l'ensemble du feuillage, en répétant le traitement si nécessaire.

D'autres produits à base d'huile minérale sont utilisés contre les pucerons. Ils ne contiennent aucune substance active, et agissent simplement en étouffant les insectes recouverts d'une pellicule huileuse (TAKI et *al.*, 2013).

Chapitre III  
**Etude épidémiologique**

### III-1 Généralités

L'épidémiologie s'intéresse à la dispersion spatio-temporelle d'une maladie virale au sein d'une population de plantes hôtes saines, elle englobe une série d'événements qui se succède dans une population végétale envahie par un agent pathogène : contamination, infection, symptômes, et dissémination ; ceci implique que la même série d'événements se répète plusieurs fois et rapidement pour produire une quantité croissante d'inoculum, au-delà de laquelle la dynamique épidémique est irréversible.

Encore faut-il que les conditions d'environnement (climatiques notamment) demeurent favorables et que la population hôte soit réceptive (PONCHET, 1985 ; LEPOIVRE et SEMAL, 1989).

Le déroulement des épidémies dépend d'interactions complexes entre les trois paramètres :

- ☞ Les paramètres liés à la plante hôte qui dépendent de la variété, de l'âge Physiologique de la plante car cette dernière est à la fois le lieu où atterrissent les pucerons, et celui où se multiplient les virus.
- ☞ Les paramètres relatifs aux virus : La connaissance des propriétés du virus est indispensable dans l'étude épidémiologique, la stabilité du virus, sa gamme d'hôtes ainsi que son mode de transmission.
- ☞ Les facteurs dépendant de l'environnement : Le vecteur est la composante la plus importante de l'environnement qui contribue le plus dans l'évolution des épidémies des maladies virales entre autres les pucerons qui sont le groupe de vecteurs le plus important.

### III-2 Maladies à virus de la pomme de terre

Plus de 35 virus infectent naturellement la pomme de terre, à travers le monde. Six sont considérés comme majeurs car les dégâts causés aux cultures ont un impact économique important (MARCHOUX *et al.*, 2008).

Une fois introduit dans la plante, le virus perturbe l'activité des cellules qu'il envahit, troublant ainsi le fonctionnement normal de la cellule.

En Algérie, le problème de viroses prend de l'ampleur d'une année à une autre et les dégâts sont de plus en plus importants en particulier avec l'ignorance de la réelle répartition de ces dernières dans le territoire national, cela peut être due aux manques de control par les différents organismes responsables qui réalisent très peu de sorties et éventuellement les contrôles qui se résument uniquement pour les parcelles de production de semence.

Les virus transmis par les pucerons sont regroupés selon leurs caractéristiques structurelles, les symptômes qui sont provoqués ou leur mode de transmission.

① **Virus non persistant :**

Le puceron acquiert le virus par de brèves piqûres de quelques secondes dans les cellules épidermiques ; une période de 15 à 60 secondes est en général suffisante pour la réussite de l'acquisition. Le développement du pouvoir infectieux ne nécessite pas de période de latence, le virus étant immédiatement transmis à l'hôte, de même sa persistance n'est que de quelques minutes.

Les virus transmis par ce mode ne persistent pas chez le vecteur après la mue, mais ceux-ci montrent en revanche une stabilité relative et sont facilement transmis mécaniquement (MARCHOUX et *al.*, 2008) ; dans ce cas le vecteur perd rapidement la capacité d'inoculer le virus à d'autres plants successivement et pendant longtemps.

② **Virus semi-persistants :**

Ces virus ne peuvent généralement pas être acquis au cours de piqûres brèves mais au contraire les chances de transmission augmentent parallèlement avec la longueur de la durée de la période d'acquisition.

Il semble que ce type de virus adhère à l'intérieur du canal alimentaire ou il s'accumule puis il est relâché progressivement où il s'accumule puis il est relâché (BRAULTE et *al.*, 2010).

③ **Les virus non circulaire ou persistant :**

Les virus non circulaire sont acquis et transmis au cours des piqûres brèves; des piqûres d'une durée de cinq secondes suffisent mais les meilleurs résultats sont obtenus pour des durées comprises entre 15 et 60 secondes.

Si la durée de la période d'acquisition augmente, ces virus peuvent être transmis immédiatement après qu'ils ont été acquis, sans qu'une période de latence soit nécessaire mais le puceron ne demeure pas longtemps infectieux après quelques minutes après avoir rencontré une plante saine. (RACCAH et FERERES, 2009).

Ce type de virus regroupe les virus non-persistants et les virus semi-persistants. Selon (BOUZNAD et *al.*, 2008 ) les principales maladies virales en Algérie sont :

☞ **Virus Y de la pomme de terre (PVY)**

Le PVY est un Potyvirus de la famille des Potyviridae, c'est l'une des plus importantes maladies virales qui affectent la pomme de terre avec une très large gamme d'hôtes, il infecte naturellement 41 espèces réparties en quatre familles botaniques et possède trois grands groupes de souches Y<sup>o</sup>, Yc , Yn (VISSER et *al.*, 2012).

Les symptômes occasionnés par le virus Y varient selon les souches virales, les variétés infectées et la date de la contamination, allant d'une mosaïque légère à sévère avec des nécroses foliaires et finalement la mort des plants infectés (VERBEEK et *al.*, 2010). Il existe plusieurs souches connues, comme les souches PVYO, PVYN, et PVYNTN (ROUSSELLE et *al.*,1996).

L'épidémiologie du PVY a permis de démontrer que les proportions relatives de ces différents groupes et sous-groupes au sein des populations de ce virus ont récemment évolué en faveur d'isolats nécrotiques recombinants (VISSER et *al.*, 2012). Les pucerons sont les principaux vecteurs de cette maladie, mais le virus peut être aussi transmis mécaniquement.

Le PVY est transmis en conditions naturelles, par plus de 50 espèces de pucerons (KENNEDY et *al.*, 1963; RAGSDALE et *al.*, 2001; ROBERT et LEMAIRE, 2000).

☞ **Virus de l'enroulement de la pomme de terre (Potato Leaf Roll)**

Le virus de l'enroulement (PLRV) provoque l'une des maladies les plus graves de la pomme de terre, qui affecte non seulement le rendement mais aussi la qualité des tubercules.

Ce Polerovirus possède une partie isométrique de 24nm de diamètre. Il a une gamme d'hôtes restreinte (20 espèces environ) composée essentiellement de solanacées. Les symptômes de la maladie varient en fonction de l'origine de l'infection (ROBERT et BOUDIN, 2001) qui se traduisent par une chlorose ou un enrroulement des folioles, ou alors par un nanisme des plants quand c'est le tubercule qui est infecté.

Les folioles deviennent alors craquantes. La marge du limbe des feuilles infectées se courbent vers le haut, caractéristique de la maladie.

Du point de vue économique, le PLRV est considéré comme l'un des virus les plus dommageables en culture de pomme de terre, causant ainsi de sévères pertes jusqu'à 90%, et peut entraîner ainsi une réduction significative de la valeur marchande de certains cultivars (ROLOT, 2005).

#### ☞ **Virus X de la pomme de terre (Potato virus X)**

Appartient au Potexvirus, c'est un virus très polyphage et l'un des plus importantes maladies virales qui affectent la pomme de terre. Les infections par ce virus se traduisent par des mosaïques planes avec des décolorations.

Les infections graves conduisent à un nanisme des plantes et une nécrose des tubercules, surtout quand ceux-ci sont également infectés avec le PVA et/ou le PVY (RYKBOST et *al.*, 1999).

## **PARTIE EXPERIMENTALE**



Chapitre IV  
**Partie expérimentale**

## IV-1 Matériel et méthodes

### IV-1.1 Description générale de la zone d'étude

L'essai a été réalisé sur une surface de 375m<sup>2</sup> au sein de la station expérimentale de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) qui s'étend sur une superficie de 10 hectares et qui se situe sur le plateau de Hassan BADI, commune de Oued Semar, Daira d'El-Harrach, wilaya d'Alger (Fig 13). Les coordonnées géographiques de la région sont :

- ☞ Longitude : 3° 9' 2.8 5'' E.
- ☞ Latitude : 36° 43' 9.45 '' N.
- ☞ Altitude : 48 m.



**Figure 13 :**  
Présentation du site de l'essai

#### ① Climat

C'est l'un des facteurs déterminants pour la réussite d'une culture quelconque dans une région donnée.

#### ② Sol

La connaissance des caractéristiques physiologiques du sol s'avère indispensable dans l'étude du comportement des végétaux. La composition physicochimique du sol de l'ENSA est résumée en annexe.

### IV-1.2 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est représenté par 168 tubercules pour chacune des trois variétés de pomme de terre : Spunta, Désirée et Fabula fournis et certifiés indemnes de toute infection virale par le centre nationale de control et de certification des semences d'El Harrach.

### IV-1.3 Mise en place de la culture

L'essai est constitué de douze blocs chacun divisé en sept (7) répétitions contenant six 6 tubercules. Le test de résistance ou de comportement variétal à l'égard des principaux virus de la pomme de terre porte sur trois variétés : Spunta, Désirée et Fabula. Chaque variété de pomme de terre est représentée par quatre blocs (Fig. 14).

- ☞ Espacement entre les tubercules : 35cm
- ☞ Espacement entre les lignes : 75cm
- ☞ Espacement entre bloc : 1m



**Figure 14 :**  
Mise en place de la culture

### IV-1.4 Conduite de l'essai

#### ① Précédent cultural

Le précédent cultural de la parcelle est une culture de fève.

## ② Préparation du lit de semences

Les opérations culturales ont été réalisées selon le calendrier suivant :

- ☞ Un labour a été effectué par une charrue à soc avec incorporation de la fumure de fond (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O) le 05/03/2015.
- ☞ Un travail superficiel du sol par un covercrop le 12/03/2015.
- ☞ Préparations des lignes (billons) par une billonneuse le 16/03/2015.

## ③ Plantation

La plantation réalisée manuellement à 5 cm de profondeur en plein champ le 18/03/2015 de trois variétés de pomme de terre précédemment soumis à une pré-germination (Fig. 15).



**Figure 15:**  
La plantation de la pomme de terre

### IV-1.5 Entretien de la culture

Tous les travaux culturaux ont été réalisés manuellement.

#### ① Binage-buttage

Réalisé une première fois une semaine après la plantation et une autre 45 jours plus tard.

#### ② Désherbage du sol

Durant notre essai, un désherbage manuel a été réalisé chaque quinze jour.



### ③ Irrigation

Réalisée par le système goutte à goutte a raison de deux fois par semaine pendant trois heures, la fréquence et la durée de l'irrigation diffèrent selon les conditions climatiques (Fig. 16).



**Figure 16:**  
L'irrigation par le système goutte à goutte et installation des arceaux

### ④ Récolte des tubercules

Pour évaluer le rendement, nous avons commencé la récolte au 100<sup>i</sup>ème jour après la plantation (Fig. 17).



**Figure 17:**  
La récolte des tubercules

### IV-1.6 Etude du comportement variétal

Cette étude a pour but de montrer la différence de comportement entre trois variétés de pomme de terre à l'égard des virus présents naturellement en pleins champs, et ce, sous deux variantes (conditions) : la présence et l'absence du filet insect proof. C'est un filet de protection contre les insectes (Aphides et Aleurodes et autres insectes) de couleur transparent en monofil de polyéthylène à haute densité (Fig. 18).

La construction textile de cet écran est réalisée dans un liage de technologie maille qui est étudié pour être à la fois ; très résistant ; Stable en dimension, mais aussi très élastique pour être tendu sur les structures de serres.



**Figure 18:**  
L'installation du filet insect proof

### IV-1.7 Observation des symptômes

#### IV-1.7.1 Paramètres qualitatifs

Concernant l'étude biologique qui porte sur les notations des différents symptômes observés chez les trois variétés avec la prise de photos à l'appui.

#### IV-1.7.2 Paramètres quantitatifs

Concernant les mesures biométriques standards de la croissance et du rendement.

① **Les mesures de la croissance :**

Réalisées le 14/03/2015 sur un nombre total de 504 plants représentant les trois variétés cultivées selon le dispositif décrit précédemment et portent sur les éléments suivants :

- ☞ La hauteur moyenne de la tige principale.
- ☞ Le nombre moyen de tiges par plant.

② **Détermination du rendement**

Le rendement total et la production en nombre et poids des tubercules sont déterminés au stade de maturité et portent sur les éléments suivants :

- ☞ Le nombre moyen des tubercules-fils dans chaque répétition.
- ☞ Le poids des tubercules-fils de chaque répétition.

#### **IV-1.8 Analyse statistique des résultats**

Tous les résultats obtenus pour les mesures des paramètres de croissance et du rendement sont soumis à une analyse statistique.

#### **IV-2 Approche épidémiologique des virus de la pomme de terre**

Les pucerons sont les agents premiers dans la transmission des maladies virales. Dans notre étude, l'importance de ces effets est montrée par l'efficacité ou non de l'application du filet insect proof qui est appliqué seulement sur trois blocs et sont considérés comme témoins. L'étude épidémiologique porte essentiellement sur les pucerons vecteurs qui interviennent dans la transmission des maladies virales de la pomme de terre.

##### **IV-2.1 Méthode d'échantillonnage**

###### **IV-2.1.1 Méthode d'échantillonnage des pucerons ailés**

D'après WINCHESTER (1999), les pièges jaunes à eau sont des bassines en plastique de couleur jaune dans laquelle on place de l'eau additionnée d'un agent mouillant afin de réduire la tension superficielle de l'eau. Ces pièges colorés sont les plus fréquemment utilisés dans les études faunistique, entomologique des milieux agricoles.



Ils sont simple à utiliser, efficaces, peu onéreux et se prêtent à des échantillonnages de grande envergure. Pour notre expérimentation, nous avons placé trois (03) bassines jaunes remplis aux deux tiers de leur hauteur d'eau savonneuse.

Les individus pris dans les pièges jaunes sont prélevés à l'aide d'une épingle fine et conservés dans des tubes à essai remplis d'éthanol à 70% comportant une étiquette où est indiqué le numéro de la bassine jaune et la date de prélèvement.

Les prélèvements se font chaque dix jour à partir du 60ème jour de la culture.

#### **IV-2.1.2 Méthode d'échantillonnage des pucerons aptères**

L'échantillonnage a consisté à examiner à chaque passage 14 plants de pomme de terre au hasard. Les feuilles de chaque plant sont observées à la fin de prélever les échantillons pour estimer le nombre de pucerons sur le plant et le nombre total pour chaque bloc. Le déplacement entre plants à l'intérieur de chaque bloc a été réalisé en zigzag.

#### **IV-2.1.3 Tri des pucerons ailés**

Les pucerons contenus dans les tubes à essai, sont versés dans une boîte de Pétri où nous procédons au retrait des ailés pour chacune des espèces. Ensuite, l'identification et le dénombrement des espèces ont été effectués sous loupe binoculaire.

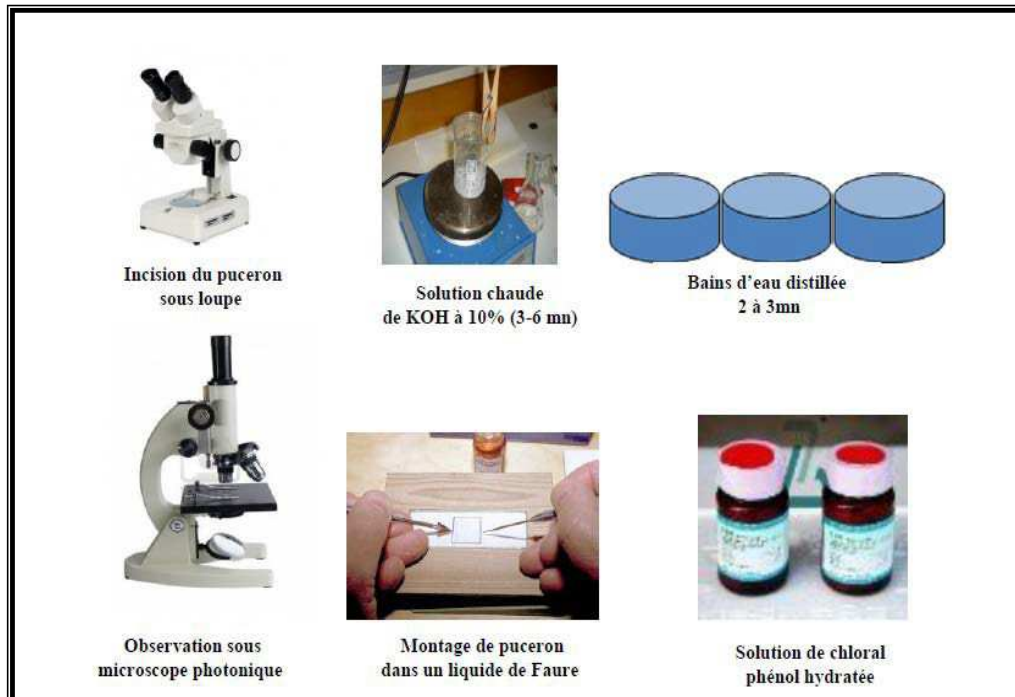
#### **IV-2.1.4 Montage des pucerons**

Les caractères morphologiques de détermination microscopiques des pucerons se fait entre lame et lamelle de l'échantillon avant leur identification (Fig. 19). La technique de préparation est similaire à celle citée par LECLANT (1978) qui comprend les étapes suivantes:

- ☞ L'incision des pucerons : nous avons pratiqué une incision transversale entre le 4ème et le 6ème sternite abdominale, à l'aide d'une épingle entomologique.
- ☞ Le dégraissage des pucerons: à fin d'extraire toutes les réserves lipidiques, le puceron est mis à chauffer dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10% pendant environ 3 minutes. Ce temps diffère selon les pucerons, car un défaut d'éclaircissage à la potasse donne de mauvaises préparations et un excès donne des pucerons difficiles à monter, dont certains détails anatomiques peuvent être altérés.



- Le montage des pucerons : cette opération est effectuée entre lame et lamelle. Dans une goutte de liquide de Faure, nous plaçons le puceron sur sa face dorsale en prenant soin de bien étaler les antennes, les ailes et les pattes (les pattes et les antennes vers le haut, les médianes et les postérieurs vers le bas)



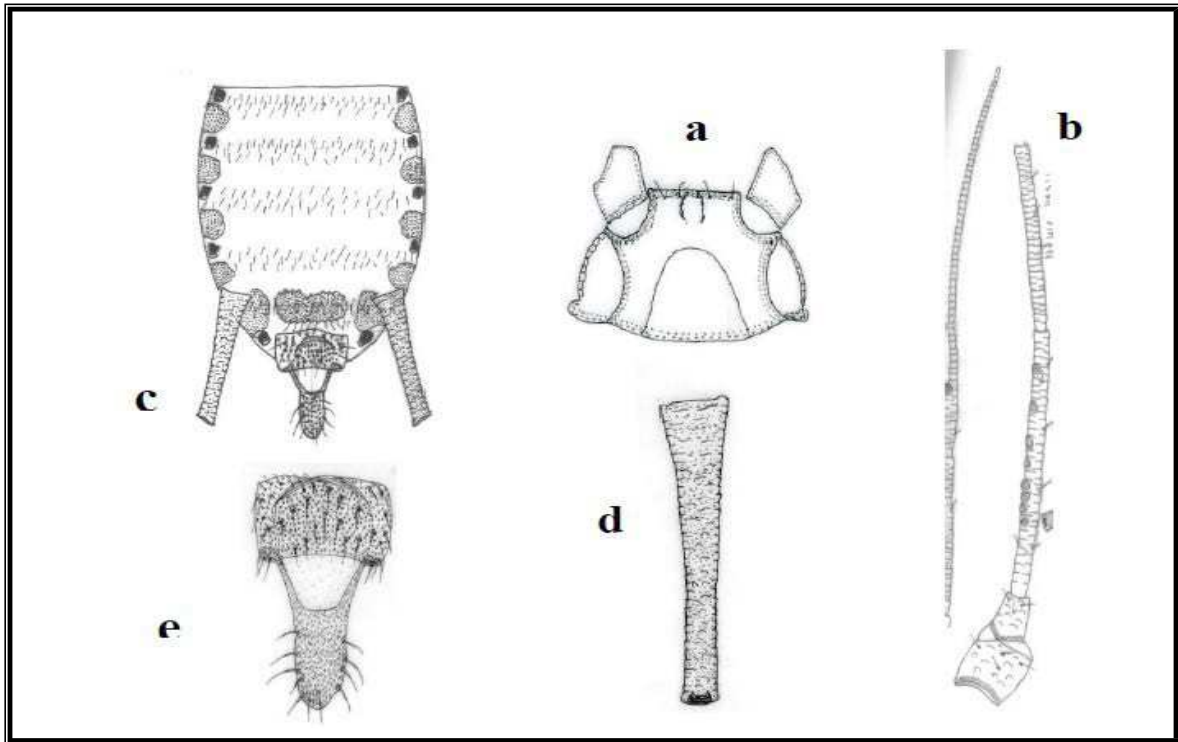
**Figure 19:**  
Technique de montage des aphides (Sahraoui, 2012).

#### IV-2.1.5 Identification des pucerons

Selon LECLANT (1978), la détermination des aphides se base sur la morphologie des formes aptères et ailées (Fig. 20), il s'agit généralement des caractères morphologiques tels que :

- La pigmentation et l'ornementation de l'abdomen.
- La forme, la couleur et la longueur du corps.
- La forme du front et des tubercules frontaux.
- La forme et la longueur des antennes.
- La forme et le nombre des articles antennaire.
- Le nombre des sensorias primaires et secondaires sur les antennes.
- La nervation des ailes spécialement la nervure médiane et la bifurcation.
- La forme et la longueur des cornicules.
- La forme de la queue et le nombre des soies caudales.
- La présence de tache et de plaque de cire.

Nous remercions Monsieur SAHRAOUI pour son aide précieuse dans l'identification des pucerons.



**Figure 20:**  
Critères morphologiques d'identification d'un puceron (SAHRAOUI, 1999).  
(a) Tête - (b) Antennes - (c) Abdomen – (d) Cornicules – (e) Cauda.

### IV-3 Analyse sérologique

Les analyses sérologiques ont concernés les trois variétés sur lesquelles nous avons prélevé des feuilles et fragments de tiges aléatoirement y compris dans les témoins dès le 68ième jour de la plantation. Nous avons prélevé un échantillon à partir de chaque variété et un autre à partir de chaque témoin.

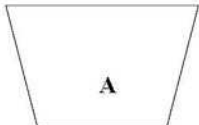

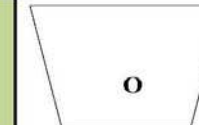






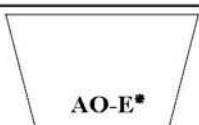


Les six échantillons sont codés et conservés dans des boîte de Petrie sur une couche de silicagel à 4°C selon la méthode Bos (1985) jusqu'à leurs utilisation en test « ELISA » (Enzyme Linked Immunosorbent assay) décrit par Clark et Adams en 1977.

Ces derniers ont été utilisé selon la voie directe (DAS ELISA) dont le principe consiste à une adsorption d'anticorps sur des microplaques suivie d'une fixation d'antigènes et d'une autre fixation du conjugué (anticorps couplés à une enzyme qui est la phosphatase alcaline) sur le couple anticorps-antigène.

Une fois le substrat qui est le révélateur du virus ajouté, la réaction positive se traduit par une coloration jaune visible à l'œil nu et mesurable par le spectrophotomètre à 405 nm (Marchoux *et al.*, 2008).

Dans notre essai, le test concerne l'identification des virus (PVY et PLRV) pour les trois variétés. Le seuil de détection utilisé est de deux fois la moyenne des densités optiques brutes des témoins sains calculés sur en moins deux puits (Fig 21).

Les échantillons dont la densité optique brute est inférieure à ce seuil sont déclarés négatifs et ceux qui dont la densité optique brute est supérieure au seuil de détection sont déclarés positifs.

| N° | Etapas  | Méthodes directes   |  | Méthode indirecte   |
|----|---|---|--|---|
|    |   | Simple  | Sansdwich  |   |
| 1  | Absorption de l'antigène (A) ou 1er Anticoprs spécifiques de l'antigène (O)       |    |    |    |
| 2  | Fixation de l'antigène (A)  |   |  |  |
| 3  | Fixation d'un anticorps (O) spécifique de l'antigène couplé ou non à l'enzyme (E) |  |  |  |
| 4  | Addition d'une immunoglobuline anti (◆) marquée à l'enzyme ◆-(E)                  |   |  |   |
| 5  | Addition du substrat de l'enzyme (PNP*) et lecture à 405 nanomètres               |  |  |  |

**Figure 21 :**  
Etapas et méthodes de la technique ELISA (OUFFROUKH *et al.*, 2010).

- (1) La plaque est recouverte avec un anticorps de capture (O) ;
- (2) L'échantillon est ajouté, et tout antigène (A) présent se lie à l'anticorps de capture ;
- (3) L'anticorps de détection(O) est ajouté, et se lie à l'antigène ;
- (4) L'anticorps secondaire lié à l'enzyme est ajouté, et se lie à l'anticorps de détection ;
- (5) Le substrat est ajouté et est converti par l'enzyme en une forme détectable (colorée ou fluorescente).

### ① Appareils utilisés

Les analyses sérologiques ont été réalisées au laboratoire de virologie du CNCC, nous avons utilisé les appareils suivants :

- ☞ Une balance de précision
- ☞ Un broyeur pour extraire les jus virosés
- ☞ Un Système de lavage automatique de plaque
- ☞ Un agitateur horizontal pour l'homogénéisation
- ☞ Un incubateur de type « Memmert » pour l'incubation à 37° C

### ② Séras et réactifs utilisés

Les trois séras utilisés dans l'essai sont spécifiques aux trois virus PVY, PVX et le PLRV qui sont respectivement anti PVY dilué 1/1000, anti PVX dilué 1/1000 et le anti PLRV dilué 1/1000. Plusieurs tampons sont nécessaires pour la réalisation du Test ELISA entre autre le tampon d'extraction et de lavage ainsi que les conjugués spécifiques pour les trois virus.

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

Chapitre V  
**Résultats et discussions**

## V-1 Résultats

### V-1.1 Comportement variétal

#### V-1.1.1 Etude biométrique de la croissance de trois variété

Hauteur moyenne du plant en cm

##### ① La variété Spunta

Les résultats de l'étude biométrique de la variété Spunta sont consignés dans le tableau VI

**Tableau VI** : Statistiques descriptives de la hauteur des plants de la variété Spunta

| Echantillon | Fréquence | Moyenne | Variance | Ecart-type | Ecart-type de la moyenne | Minimum | Maximum |
|-------------|-----------|---------|----------|------------|--------------------------|---------|---------|
| Témoin      | 42        | 50,02   | 14,76    | 3,84       | 0,59                     | 40      | 58      |
| Moyenne     | 42        | 40,01   | 21,23    | 4,61       | 0,71                     | 33      | 48,3    |

D'après le tableau VI, il apparait clairement que la hauteur moyenne des plants du témoin est plus élevée (50,02) que celle des plants non protégés (40,01).

Les analyses statistiques ont montré que la différence est significative entre le témoin protégé à l'aide d'insect proof et les plants non protégés, en effet le test t Student pour des données indépendantes (test bilatéral), en supposant que les variances théoriques sont égales, a donné une différence significative au seuil de signification Alpha ( $\alpha$ ) = 0,05.

Autrement dit on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes, la différence entre les moyennes est donc significative ( $t_{obs} = 10,82$  ;  $ddl = 82$  ;  $p = 0,05$ ) entre les plants protégés et non protégés (STATISTICA version 06).

##### ② La variété Désirée

Les résultats de l'étude biométrique de la variété Désirée sont consignés dans le tableau VII.

**Tableau VII** : Statistiques descriptives de la hauteur moyenne des plants de la variété Désirée

| Echantillon | Fréquence | Moyenne | Variance | Ecart-type | Ecart-type de la moyenne | Minimum | Maximum |
|-------------|-----------|---------|----------|------------|--------------------------|---------|---------|
| Témoin      | 42        | 52,04   | 5,62     | 2,37       | 0,37                     | 49      | 62      |
| Moyenne     | 42        | 50,37   | 1,12     | 1,06       | 0,16                     | 50      | 55,67   |

D'après le tableau VII, il apparaît que la hauteur moyenne des plants du témoin est plus élevée (52,04) que celle des plants non protégés (50,37).

Les analyses statistiques ont montré que la différence est significative entre le témoin protégé à l'aide d'insect proof et les plants non protégés, en effet le test t Student pour des données indépendantes (test bilatéral), en supposant que les variances théoriques sont égales, a donné une différence significative au seuil de signification Alpha ( $\alpha$ ) = 0,05.

Autrement dit on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes, la différence entre les moyennes est donc significative ( $t_{obs} = 9,41$  ;  $ddl = 82$  ;  $p = 0,05$ ) entre les plants protégés et non protégés

### ③ La variété Fabula

**Tableau VIII** : Statistiques descriptives des mensurations de la hauteur moyenne des plants de la variété Fabula

| Echantillon | Fréquence | Moyenne | Variance | Ecart-type | Ecart-type de la moyenne | Minimum | Maximum |
|-------------|-----------|---------|----------|------------|--------------------------|---------|---------|
| Témoin      | 42        | 58,21   | 8,47     | 2,3        | 0,44                     | 52,00   | 67,00   |
| Moyenne     | 42        | 54,15   | 18,23    | 4,9        | 0,64                     | 45,00   | 64,00   |

Le tableau VIII révèle que la hauteur moyenne des plants du témoin est plus élevée (58,21) que celle des plants non protégés (54,15).

Les analyses statistiques ont montré que la différence est significative entre le témoin protégé à l'aide d'insect proof et les plants non protégés, en effet le test t Student pour des



données indépendantes (test bilatéral), en supposant que les variances théoriques sont égales, a donné une différence significative au seuil de signification Alpha ( $\alpha$ ) = 0,05.

Autrement dit on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes, la différence entre les moyennes est donc significative ( $t_{obs} = 4,94$  ;  $ddl = 82$  ;  $p = 0,05$ ) entre les plants protégés et non protégés.

### V-1.1.2 comparaison du rendement chez les trois variétés

#### ① Nombre moyen de tubercules

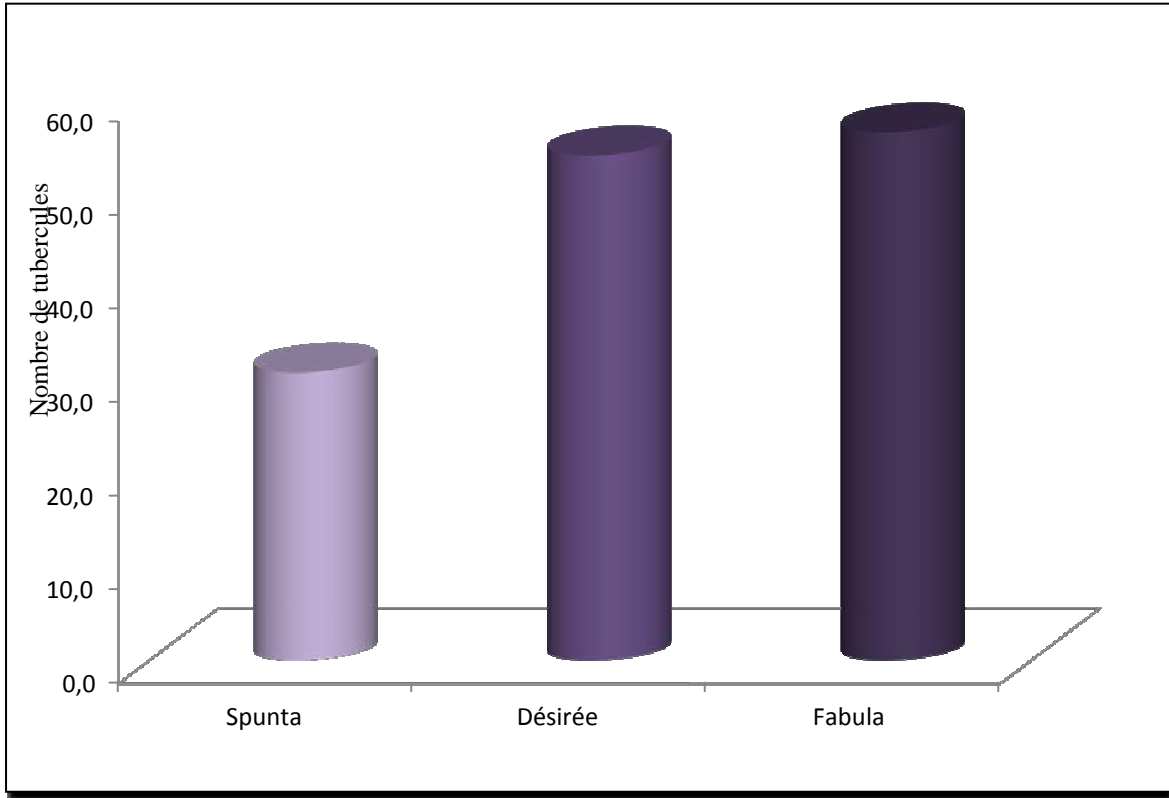
Le résultat du nombre moyens des tubercules chez les trois variétés de pomme de terre sont consignés dans le tableau IX suivant

**Tableau IX** : Nombre moyen des tubercules

| Bloc<br>Répétition | Spunta         |                |                |                | Désirée        |                |                |                | Fabula         |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                    | T <sub>1</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> | T <sub>1</sub> | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | T <sub>1</sub> | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> |
| 1                  | 36             | 35             | 28             | 26             | 58             | 46             | 56             | 54             | 58             | 57             | 64             | 60             |
| 2                  | 38             | 34             | 25             | 30             | 65             | 48             | 57             | 52             | 58             | 56             | 50             | 63             |
| 3                  | 40             | 34             | 32             | 24             | 56             | 50             | 58             | 55             | 65             | 55             | 52             | 65             |
| 4                  | 42             | 40             | 25             | 22             | 58             | 46             | 61             | 59             | 60             | 53             | 66             | 58             |
| 5                  | 45             | 30             | 20             | 31             | 60             | 51             | 58             | 56             | 59             | 49             | 58             | 50             |
| 6                  | 45             | 37             | 33             | 36             | 62             | 55             | 56             | 54             | 60             | 48             | 51             | 65             |
| 7                  | 50             | 35             | 29             | 40             | 58             | 56             | 55             | 50             | 54             | 56             | 50             | 59             |

La récolte des tubercules a été manuellement réalisée au 100<sup>ème</sup> jour après la plantation. Le tableau (IX) indique que le nombre moyen des tubercules le plus élevé se rencontre chez la variété Fabula plus particulièrement chez le témoin, elle est suivie par la variété Désirée dont le nombre moyen s'élève à 54 tubercules par répétition tandis que dans le témoin, il atteint 60 tubercules.

En revanche le nombre de tubercule le plus faible (42) est noté chez la variété Spunta dans le témoin contrairement aux répétitions où le nombre moyen de tubercule est de 31. En fait, la figure (22) révèle que la variété Fabula est la plus productive en nombre de tubercules



**Figure 22 :**  
Nombre moyen de tubercule.

② **Poids des tubercules**

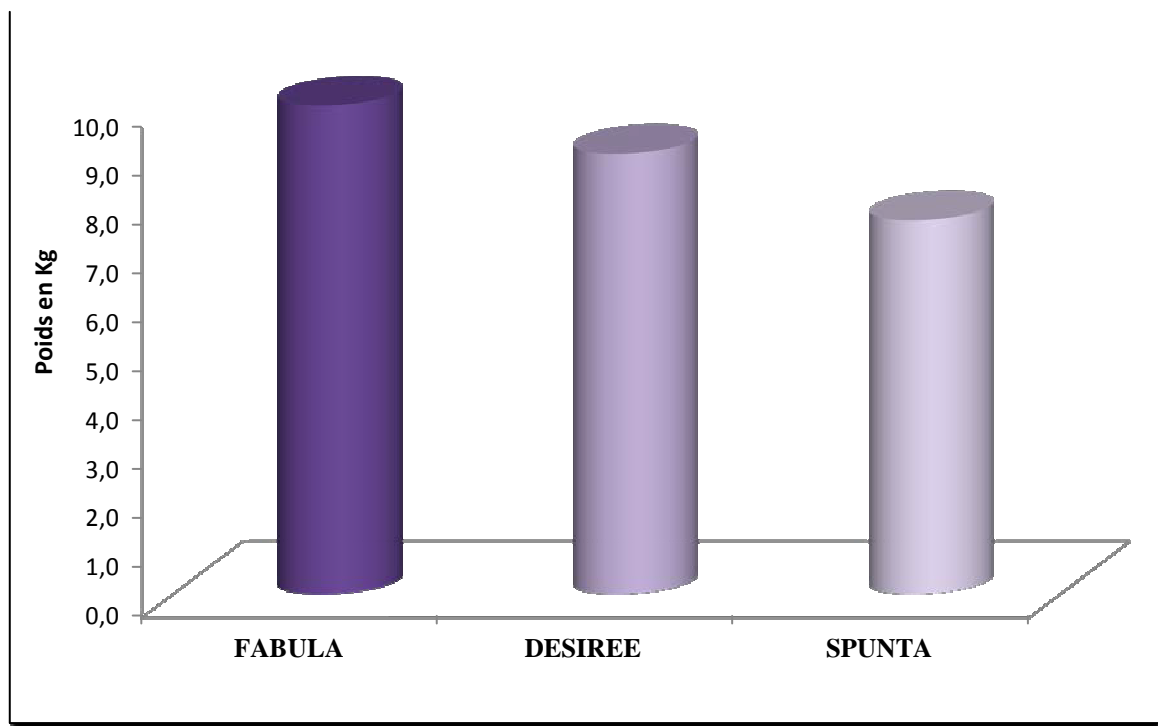
Le résultat des poids moyens des tubercules chez les trois variétés de pomme de terre sont consignés dans le tableau suivant X.

**Tableau X :** Poids des tubercules-fils chez les trois variétés de pomme de terre

| Bloc<br>Répétition | Spunta         |                |                |                | Désirée        |                |                |                | Fabula         |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                    | T <sub>1</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> | T <sub>1</sub> | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | T <sub>1</sub> | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> |
| 1                  | 7,20           | 5,80           | 4,50           | 2,30           | 11,70          | 7,34           | 12,10          | 6,90           | 9,56           | 8,76           | 11,40          | 10,00          |
| 2                  | 6,30           | 5,50           | 3,86           | 5,00           | 10,00          | 9,19           | 8,00           | 9,45           | 9,00           | 8,00           | 9,12           | 12,70          |
| 3                  | 7,71           | 5,00           | 4,00           | 4,60           | 8,20           | 8,60           | 7,73           | 6,20           | 13,00          | 11,20          | 8,50           | 10,40          |
| 4                  | 7,00           | 8,00           | 3,60           | 2,75           | 7,90           | 7,40           | 8,00           | 9,76           | 8,40           | 9,00           | 11,30          | 10,00          |
| 5                  | 5,60           | 6,30           | 3,50           | 3,20           | 10,50          | 11,50          | 8,40           | 10,60          | 9,80           | 10,40          | 8,28           | 8,50           |
| 6                  | 8,60           | 6,74           | 4,40           | 4,90           | 12,40          | 9,70           | 10,12          | 8,96           | 10,50          | 6,70           | 12,25          | 11,26          |
| 7                  | 9,10           | 6,00           | 2,50           | 5,50           | 11,00          | 10,50          | 10,00          | 8,45           | 7,60           | 8,20           | 9,43           | 14,20          |

Le tableau (X) indique que le poids moyen produit par les témoins des trois variétés est plus important que ce celui produit par les autres blocs.

Comme pour le nombre de tubercules, la variété Fabula a donné les meilleurs poids moyen soit 10 Kg par répétition, suivie par la Désirée avec 9Kg et enfin le rendement le plus faible est celui de la variété Spunta avec un poids moyens de 4,7Kg alors que son témoin a donné 7 Kg. La figure 23 révèle que la variété Fabula est toujours la plus productive.



**Figure 23 :**  
Rendement des trois variétés cultivées




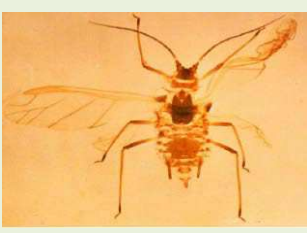
## V-1.2 Inventaire et description des espèces de puceron

### 1.2.1 Critères morphologiques d'identification

Les critères morphologiques distinctifs des espèces aphidiennes sur lesquels on s'est basé pour l'identification des espèces sont l'aspect général du corps y compris la coloration, la tête, les antennes, les cornicules et la cauda.

Le tableau XI regroupe les différents critères morphologiques d'identification.

**Tableau XI :** Critères morphologiques d'identification des pucerons de la pomme de terre

| Espèce                        | Corps   | Front  | Antennes                                     | Cornicule  | Cauda               |
|-------------------------------|---|--|--|--|---------------------|
| <i>Aphis nasturtii</i>        |    | Faiblement sinueux                               | Inférieures à la longueur du corps           | Légèrement coniques  | Pigmentée           |
| <i>Aulacorthum solani</i>     |    | Forme de U                                       | Plus longues que le corps                    | Cornicules pâles longues avec une collerette à l'extrémité | Digitée             |
| <i>Macrosiphum euphorbiae</i> |   | A bords nettement divergents                     | Longues                                      | Longues claires et pigmentées à l'extrémité                | Longue et pigmentée |
| <i>Myzus persicae</i>         |  | A tubercules frontaux proéminents et convergent. | Un peu plus courtes que la longueur du corps | Renflées du côté intérieur                                 | Digitée             |

### 1.2.2 Pucerons aptères inféodés aux trois variétés de pomme de terre

Les espèces de pucerons inféodés aux trois variétés de pomme de terre sont regroupées dans le tableau XII suivant

**Tableau XII** : pucerons aptères inventoriés sur trois variétés de pomme de terre

| Espèces de pucerons                        | Spunta | Désirée | Fabula |
|--|--------|---------|--------|
| <i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763           |        |         | X      |
| <i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843    | X      | X       | X      |
| <i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbach, 1843 | X      |         | X      |
| <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1878 | X      | X       | X      |
| <i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776         | X      | X       | X      |

Les espèces aptères inféodées à la pomme de terre quel que soit la variété sont au nombre de quatre : il s'agit de *Aphis nasturtii*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* et *myzus persicae*, sachant que celles-ci sont vectrices de viroses sur pomme de terre.

Nous signalons que la présence d'*Aphis fabae* est vraisemblablement accidentelle dans la mesure où un seul individu a été dénombré sur la variété Fabula uniquement.

### 1.2.3 Fréquences des espèces aphidiennes aptères

Les fréquences des espèces aptères recensées sur les trois variétés de pomme de terre sont regroupées dans le tableau XIII suivant

**Tableau XIII** : Fréquences des espèces aphidiennes aptères

| Variété / Espèce              | Spunta     |      | Désirée    |      | Fabula     |      |
|-------------------------------|------------|------|------------|------|------------|------|
|                               | Nbr        | F    | Nbr        | F    | Nbr        | F    |
| <i>Aphis nasturtii</i>        | 101        | 26,5 | 59         | 24,5 | 137        | 37,8 |
| <i>Aulacorthum solani</i>     | 71         | 17,1 | 0          | 0    | 92         | 25,4 |
| <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 37         | 9,0  | 39         | 16,2 | 54         | 14,9 |
| <i>Myzus persicae</i>         | 168        | 47,4 | 143        | 59,3 | 76         | 21,5 |
| <i>Aphis fabae</i>            | 0          | 0    | 0          | 0    | 1          | 0,3  |
|                               | <b>377</b> |      | <b>241</b> |      | <b>360</b> |      |

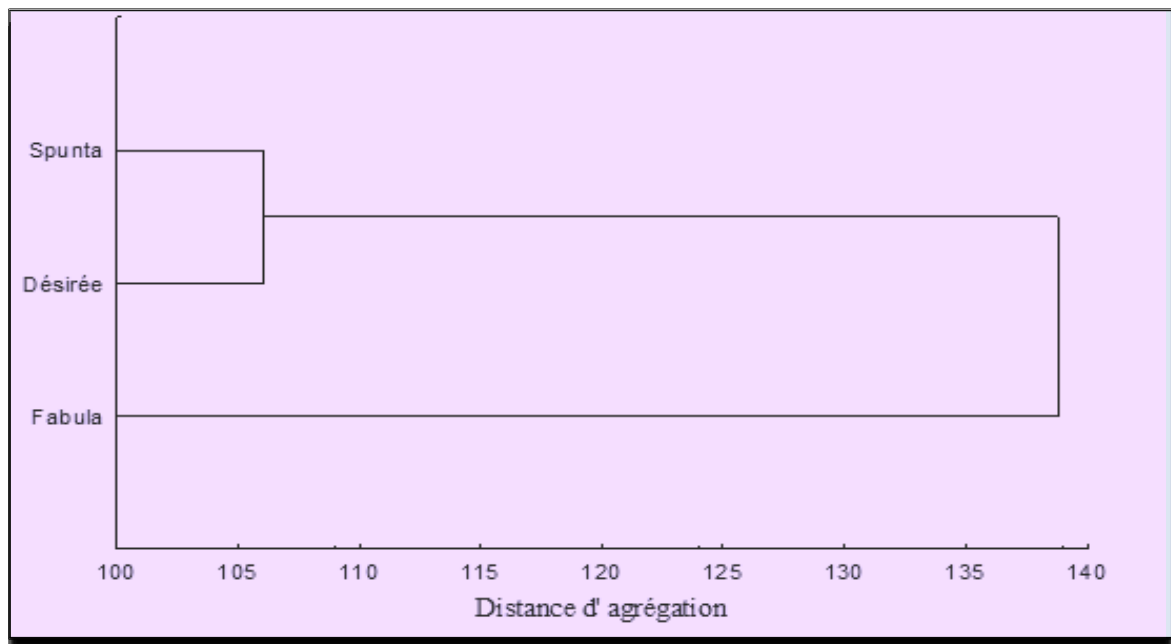
Chez la variété Spunta, *Myzus persicae* est la plus fréquente avec 47% de l'ensemble du peuplement aphidien inventorié. Elle est suivie par *Aphis nasturtii* qui représente 26,5%, soit 101 individus.

Les deux espèces les moins fréquentes sont *Aulacorthum solani* et *Macrosiphum euphorbiae* avec des fréquences respectives de 17 % et 9%.

Trois espèces de pucerons aptères ont été observées chez la variété Désirée avec un nombre total de 241 individus où *Myzus persicae* est la plus dominante avec une fréquence de 59%, soit 143 individus. Elle est suivie par *Aphis nasturtii* et de *Macrosiphum euphorbiae* avec des fréquences respectives de 24,5% et 16,2%.

C'est dans la variété Fabula que nous avons trouvé le plus de pucerons aptères en nombre et en diversité, cinq espèces ont été inventoriées : il s'agit de *Aphis nasturtii*, espèce la plus abondante (37,8%) *Aulacorthum solani* (25,4), *Myzus persicae* (21,5) et *Macrosiphum euphorbiae* (14,9). Quant à *Aphis fabae* sa présence est occasionnelle.

Le dendrogramme suivant (Figure 24) montre deux groupes, l'un comprend la variété Fabula qui sur le terrain est la plus attaquée par les pucerons, et l'autre regroupe la variété Désirée et Spunta qui sont les moins infestées.



**Figure 24:**  
Dendrogramme de trois variétés de pomme de terre Spunta, Désirée et Fabula  
Saut minimum  
Distances Euclidiennes

### 1.2.4 Inventaire des pucerons ailés

L'inventaire réalisé sur trois mois, de la mi-avril à la fin juin 2015 est consigné dans le tableau XV suivant :

**Tableau XIV :** Espèces de pucerons ailés inventoriés sur trois variétés de pomme de terre.

| Espèces de pucerons                             | Spunta    |            |           | Désirée    |            |           | Fabula    |            |           |
|---|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
|   | Avril     | Mai        | Juin      | Avril      | Mai        | Juin      | Avril     | Mai        | Juin      |
| <i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763                | 6         | 10         | 5         | 7          | 25         | 4         | 3         | 18         | 7         |
| <i>Aphis frangulae</i> Kaltenbach, 1843         | 3         | 9          | 0         | 10         | 7          | 12        | 8         | 24         | 2         |
| <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877              | 8         | 17         | 1         | 16         | 10         | 0         | 7         | 10         | 2         |
| <i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843         | 9         | 10         | 3         | 12         | 7          | 12        | 8         | 13         | 0         |
| <i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbach, 1843      | 6         | 23         | 12        | 11         | 18         | 15        | 10        | 25         | 6         |
| <i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach, 1843 | 5         | 17         | 2         | 8          | 8          | 6         | 0         | 10         | 5         |
| <i>Brevicoryne brassicae</i> Linné, 1758        | 0         | 11         | 14        | 2          | 10         | 12        | 0         | 8          | 13        |
| <i>Hyperhomyzus lactuae</i> Linné, 1758         | 3         | 5          | 0         | 7          | 16         | 1         | 5         | 0          | 0         |
| <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1878      | 0         | 16         | 10        | 18         | 9          | 5         | 3         | 13         | 0         |
| <i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus, 1758         | 1         | 5          | 0         | 15         | 6          | 0         | 12        | 8          | 2         |
| <i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776              | 12        | 22         | 18        | 17         | 28         | 10        | 8         | 16         | 9         |
| <i>Sitobion avenae</i> Fabricius, 1775          | 2         | 10         | 6         | 0          | 20         | 9         | 0         | 15         | 0         |
| <b>Nombre total / mois</b>                      | <b>55</b> | <b>155</b> | <b>71</b> | <b>123</b> | <b>164</b> | <b>86</b> | <b>64</b> | <b>160</b> | <b>46</b> |

Nous avons identifié 12 espèces de pucerons appartenant à une seule sous famille des Aphidinae qui se subdivise en deux tribus, les aphidini contiennent neuf (9) espèces tandis que la tribu des Macrosiphini en comprennent trois (3).

### 1.2.5 Fluctuation des populations aphidiennes

Les premières apparitions de pucerons commencent au mois d'Avril, elles continuent notamment en Mai et Juin avec toutefois une forte pullulation en Mai. Il est à remarquer que les quatre espèces préalablement dénombrées sur pomme de terre se retrouvent en très fortes populations toujours au mois de Mai.

Il s'agit en l'occurrence de *Aulacorthum solani*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* (Figure 25).

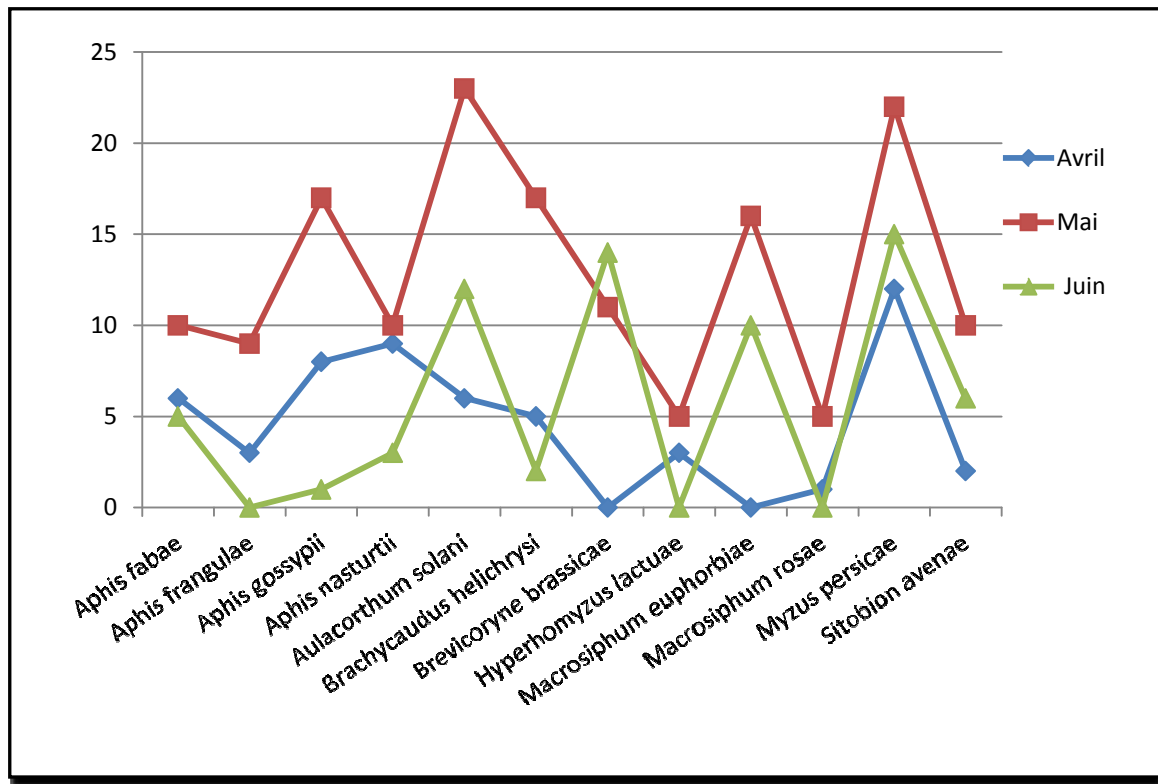


Figure 25 : Evolution des populations aphidiennes.

### 1.2.6 Distribution rangs/fréquences des espèces selon les variétés de pomme de terre

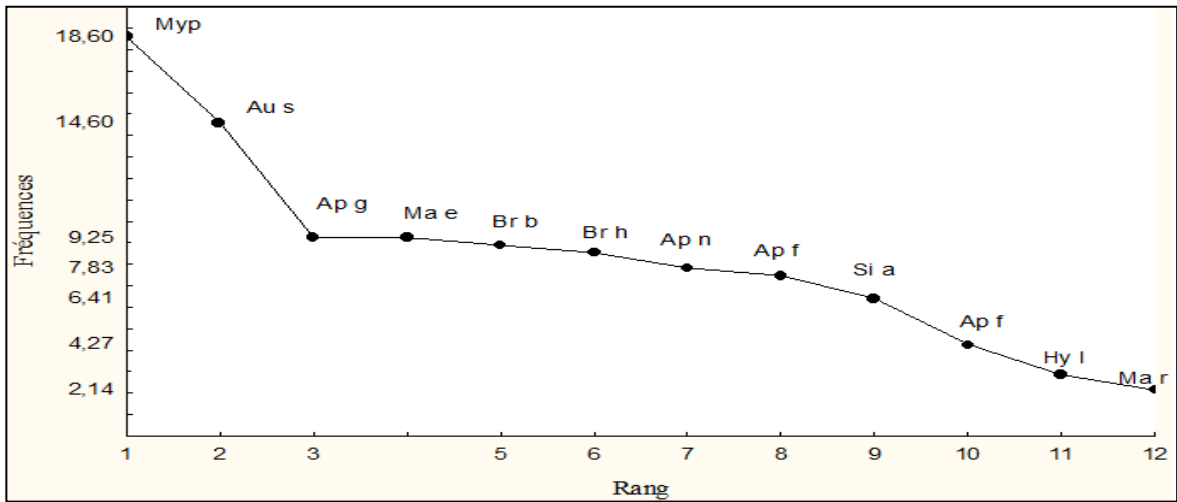
La fréquence est calculée à partir du nombre d'individus de chaque espèce sur le nombre total d'individus de toutes les espèces confondues. Les diagrammes rangs fréquences sont tracés en classant les espèces par ordre de fréquences décroissantes. Les rangs des espèces sont portés en abscisses et leurs fréquences en ordonnées avec une échelle logarithmique.

Nous rappelons que la richesse spécifique est le nombre d'espèces par relevé alors que la richesse totale est le nombre d'espèces du peuplement.

La diversité spécifique prend en compte l'abondance relative des espèces en plus de leur nombre. Elle mesure la quantité d'informations qu'apporte un échantillon sur les structures du peuplement et sur la répartition des individus entre diverses espèces et sur leur régularité qui se définit comme étant le partage des individus entre ces espèces (Frontier, 1976).



① Pour la variété Spunta



**Figure 26 :**

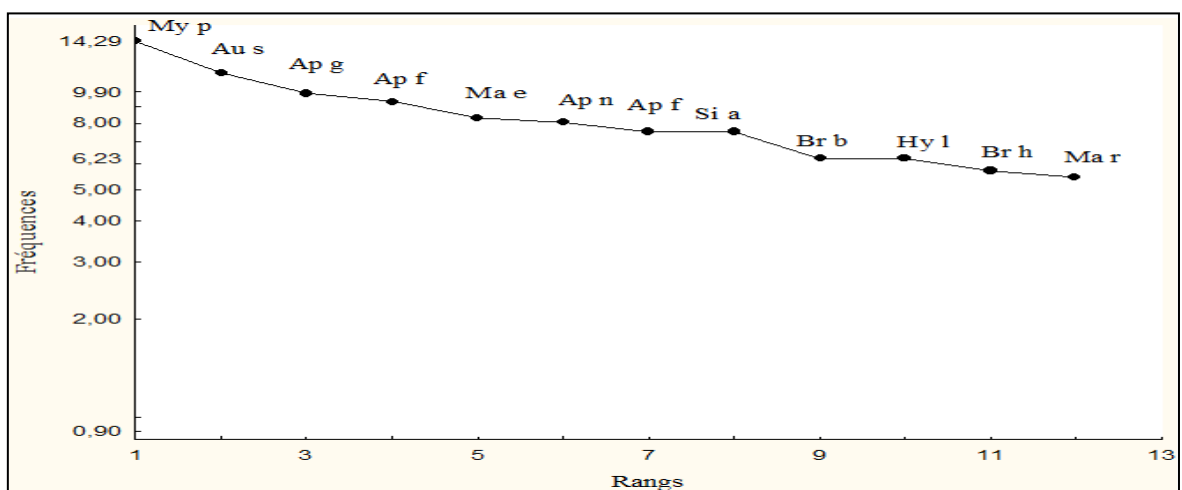
Le diagramme rang/fréquence des espèces aphidiennes chez la variété Spunta.

**Légende :**

**My p** : *myzus persicae* ; **Au s** : *Aulacorthum solani* ; **Ap g** : *Aphis gossypii* ; **Ma e** : *Macrosiphum euphorbiae*,  
**Br b** : *Brevicoryne brassicae* ; **Br h** : *Brachycaudus helichrysi* ; **Ap n** : *Aphis nasturtii* ; **Ap f** : *Aphis fabae*,  
**Si a** : *Sitobion avenae* ; **Hy l** : *Hyperhomyzus lactuae* ; **Ma r** : *Macrosiphum rosae* ; **Ap fr** : *Aphis frangulae*.

Le diagramme rangs/fréquences des espèces aphidiennes chez la variété Spunta (Figure 26) montre que les deux espèces inféodées à cette variété sont *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani*. La rupture brusque de la droite indique que le peuplement aphidien est dominé par deux espèces, ce qui implique une faible diversité et équitabilité (régularité).

② Pour la variété Désirée



**Figure 27 :**

Le diagramme rang/fréquence des espèces aphidiennes chez la variété Désirée.

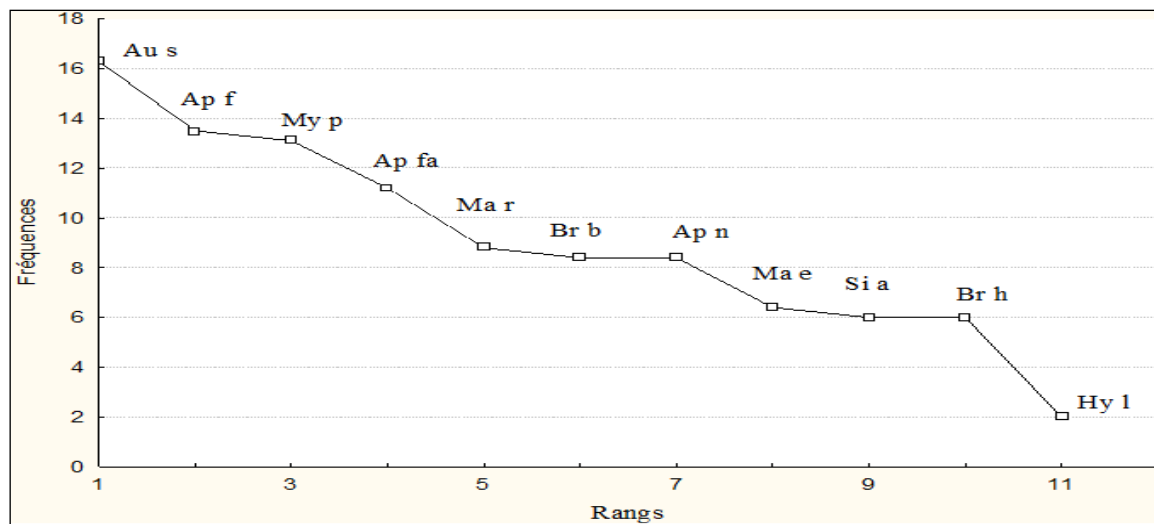
**Légende :**

**My p** : *myzus persicae* ; **Au s** : *Aulacorthum solani* ; **Ap g** : *Aphis gossypii* ; **Ma e** : *Macrosiphum euphorbiae*,  
**Br b** : *Brevicoryne brassicae* ; **Br h** : *Brachycaudus helichrysi* ; **Ap n** : *Aphis nasturtii* ; **Ap f** : *Aphis fabae*,  
**Si a** : *Sitobion avenae* ; **Hy l** : *Hyperhomyzus lactuae* ; **Ma r** : *Macrosiphum rosae* ; **Ap fr** : *Aphis frangulae*.

Chez la variété Désirée, le diagramme rangs/fréquences des espèces aphidiennes (Figure 27) révèle que *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani*, occupent les premiers rangs, indiquant que ces deux espèces sont inféodées à cette variété de pomme de terre, le reste du cortège aphidien, bien qu'il soit présent, ne constitue pas systématiquement des déprédateurs de cette variété.

En outre les individus de toutes les espèces sont représentés par des effectifs proches les uns des autres, ce qui implique une diversité aphidienne intéressante et une équitabilité montrant un milieu en équilibre.

### ③ Pour la variété Fabula



**Figure 28 :**

Le diagramme rang/fréquence des espèces aphidiennes chez la variété Fabula.

**Légende :**

**My p** : *myzus persicae* ; **Au s** : *Aulacorthum solani* ; **Ap g** : *Aphis gossypii* ; **Ma e** : *Macrosiphum euphorbiae* ;  
**Br b** : *Brevicoryne brassicae* ; **Br h** : *Brachycaudus helichrysi* ; **Ap n** : *Aphis nasturtii* ; **Ap f** : *Aphis fabae*,  
**Si a** : *Sitobion avenae* ; **Hy l** : *Hyperhomyzus lactuae* ; **Ma r** : *Macrosiphum rosae* ; **Ap fr** : *Aphis frangulae*.

La variété Fabula (Figure 28) est principalement attaquée par *Aulacorthum solani*, *aphis frangulae* et *Myzus persicae*.

### V-1.3 Prospections et identification des viroses (Symptômes au champ)

La mise en évidence de la présence des PVY et PLRV sur la culture de pomme de terre a été faite dans une première étape de manière clinique en se référant à des données bibliographiques. Des symptômes typiques rappelant les viroses ont été observés sur les plants au cours de nos prospections réalisées chaque décade.

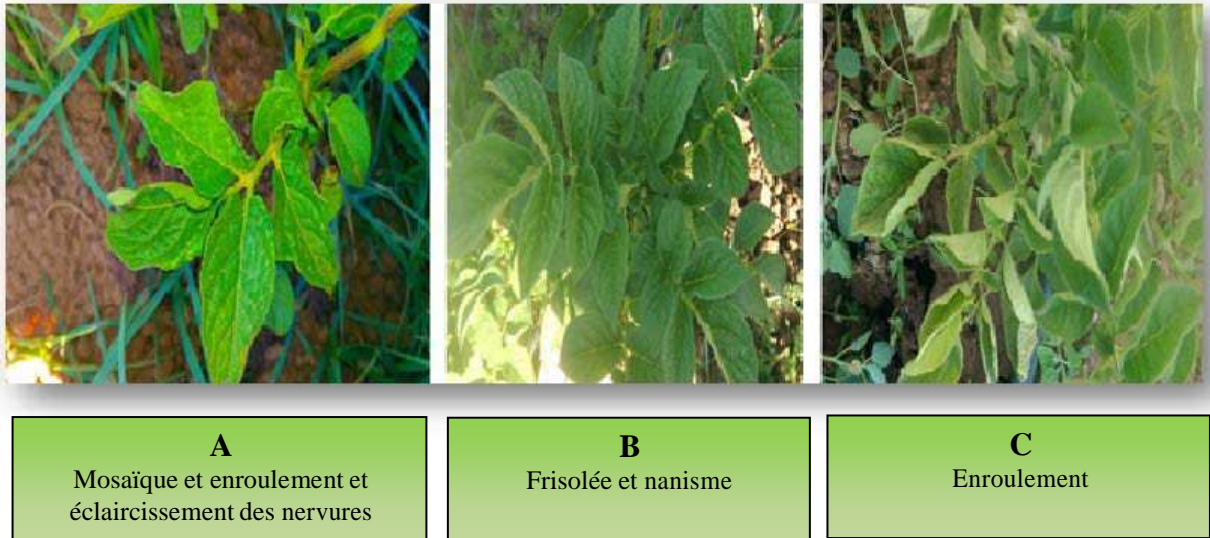
L'importance des symptômes diffère selon la variété et sont présentés dans le tableau (XVI) suivant :

**Tableau XV :** Symptômes observés sur les trois variétés cultivées

| Variétés<br>Lignes | Spunta  | Désirée  | Fabula  |
|--------------------|---|--|---|
| T                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Jaunissement</li> <li>✓ Légères frisolée</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Absences de symptômes (plantes saines)</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Absence de symptômes (plantes saines)</li> </ul>           |
| 1                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Jaunissement</li> <li>✓ Frisolée</li> <li>✓ Nanisme</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Jaunissement</li> <li>✓ Léger enroulement</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Absence de symptômes (plantes saines)</li> </ul>           |
| 2                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Jaunissement</li> <li>✓ Frisolée</li> <li>✓ Enroulement</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Léger enroulement</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Faible jaunissement</li> <li>✓ Légère frisolée</li> </ul>  |
| 3                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Enroulement</li> <li>✓ Mosaique</li> <li>✓ Flétrissement après jaunissement</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Léger enroulement</li> <li>✓ Nanisme de quelques plantes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rare jaunissement</li> <li>✓ Faible enroulement</li> </ul> |

Les trois variétés présentent des symptômes spécifiques pour les plants non protégés si bien que l'intensité de ces symptômes est plus remarquable chez la variété Spunta qui montre des déformations très sévères en comparaison avec le témoin dont les plants présentent des symptômes moindres . Les témoins des deux variétés Fabula et Désirée ne montrent pas de symptômes mais les plants non- protégés présentent quelques anomalies plus ou moins importants (tableau XVI).

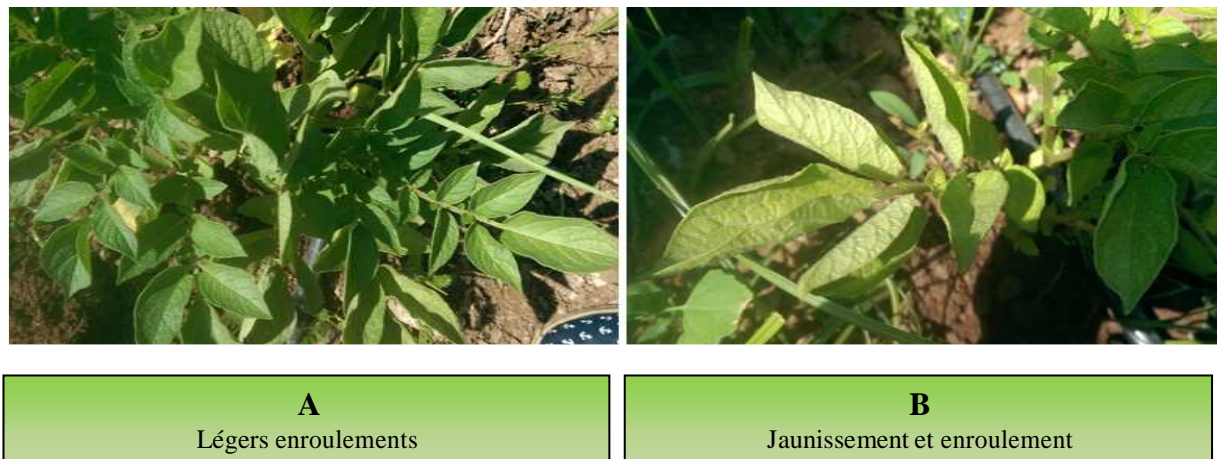
Les principaux symptômes (figures 29, 30 et 31) rappellent ceux causés par les viroses de la pomme de terre éventuellement PVY et PLRV qui appartiennent au Potiviridae et Luteorividae respectivement décrit par Marchoux et *al.*, (2008). La confirmation de la présence où de l'absence des virus cités ci-dessus sera réalisée par le biais d'un examen sérologique (Test ELISA).



**Figure 29 :**  
Symptômes sur la variété Spunta



**Figure 30 :**  
Symptômes sur la variété Désirée



**Figure 31 :**  
Symptômes sur la variété Fabula

### V-1.4 Diagnostic sérologique

Comme la symptomatologie directe ne peut représenter une méthode fiable car elle comporte de nombreuses insuffisances, nous avons eu recours à un diagnostic plus précis et performant en faisant appel à la technique du DAS ELISA direct ou Double Antibody Sandwich ELISA direct.

Le tableau (XVII) représente les valeurs moyennes des densités optiques pour les six échantillons prélevés à partir des trois variétés soit un échantillon par variété et un échantillon à partir de chaque témoin.

**Tableau XVI :** Densités optiques enregistrées pour les trois variétés

|                       |     | Spunta |       | Désirée |       | Fabula |       |
|-----------------------|-----|--------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Echantillons<br>Virus |     | T      | P     | T       | P     | T      | P     |
|                       | PVY |        | 0,057 | 0,426   | 0,012 | 0,013  | 0,019 |
| PLRV                  |     | 0,058  | 0,269 | 0,043   | 0,028 | 0,060  | 0,061 |

Les seuils de détections pour les variétés Spunta, Désirée et Fabula sont respectivement de 0,068 ; 0,077 et 0,089. L'analyse sérologique est positive chez la variété Spunta et révèle ainsi la présence des virus PVY et PLRV. En revanche les résultats sont négatifs aussi bien chez la variété Désirée que Fabula.

### V-2. Discussion

Les pucerons, constituent le groupe entomologique le plus important du point de vue agronomique en raison de leurs incidences directes et indirectes sur les cultures (HARMEL et *al.*, 2008), l'importance de ces ravageurs est due à leur diversité ainsi qu'à leur cycle biologique très compliqué qui leur donne la faculté d'adaptation à tous les types de milieux (SIMON , 2007).

Par ailleurs, les pucerons ne profilèrent qu'en présence de la plante hôte et particulièrement des variétés sensibles.



Dans cette optique une approche d'étude de ces incidences portant sur le comportement variétal des trois variétés cultivées en absence et en présence du filet insect proof a montré qu'en effet, les blocs protégés des trois variétés montrent de meilleures croissances et de meilleurs rendements, ce qui met en évidence l'incidence des pucerons soit par les dégâts directs par l'action directe des pucerons lors de leur alimentation entre autre des plants rabougris, déformation des feuilles et des jaunissement , ou par l'action indirects notamment par la transmission des maladies virales qui peuvent aussi être la cause de la diminution de la croissance et du rendement. La diversité et la nuisibilité de ces pucerons varient selon les variétés de pomme de terre (NURNBERGER et LIPKA, 2005).

A partir des observations des pucerons aptères sur feuilles de pomme de terre, quatre (4) espèces sont strictement inféodées à celle-ci dont la plupart sont des ravageurs de cultures. *Myzus persicae*, vecteur efficace des viroses de la pomme de terre (RAGSDALE et al., 2001) est l'espèce la plus dominante chez les variété Spunta et Désirée tandis que *Aphis nasturtii* est l'espèce la plus fréquente chez la variété Fabula . Il est également un ravageur important et vecteur de viroses sur les solanacées en général (KOSTIW, 2003).

Parmi 12 espèces de pucerons ailés qui ont été inventoriées sur les trois variétés cultivées, quatre (4) espèces seulement ont principalement pour plante hôte la pomme de terre. La présence des autres espèces peut s'expliquer par la présence des plantes adventices qui sont un foyer secondaire d'infestation. En outre les travaux de LABRIE (2010), rapportent que le vent est un élément qui influence l'envol et la dispersion des pucerons, ce qui peut aussi expliquer la capture des ailés dont la plante est autre que la pomme de terre.

En ce qui concerne l'étude des fluctuations des populations aphidiennes, les premières apparitions des pucerons de la pomme de terre commencent en Avril pour atteindre de plus fortes pullulations en Mai durant lesquels les températures, minimale et maximale enregistrées sont de 15°C et 24,9°C respectivement ce qui est conforme aux résultats de HULLE et al., (1999) et HULLE et C D'ACIER , (2007) qui montrent que le développement des aphides ainsi que leur fécondité dépendent principalement de la température et que leur optimum thermique est entre 18 et 22°C.

Par ailleurs, la diversité des espèces de pucerons est un facteur important dans la dissémination des viroses surtout pour les virus transmis de manière non-persistante, comme c'est le cas pour le PVY en pomme de terre (BRAULT et al., 2007).

Les symptômes observés sur le témoin de la variété Spunta dont le Test Elisa est négatif peuvent s'expliquer d'une part par un stress hydrique et d'autre part par l'effet de bordure. Cependant, la variabilité symptomatologique observée au niveau du champ montre que les virus PVY et PLRV sont présents en même temps (HOGUE, 2010 ; YATTARA et *al.*, 2013 ; DAGHEFALI, 2012).

La variété Spunta s'avère la plus sensible non seulement aux attaques de pucerons mais également aux maladies virales par rapport aux mesures biométriques de la croissance et du rendement DAGHEFALI (2012).

Dans le même ordre d'idée l'absence de symptômes dans les témoins des deux variétés Désirée et Fabula montrent que les dégâts sont dus à la présence abondante de pucerons et non aux virus qui a été confirmé par le résultat négatif de l'analyse sérologiques pour les deux variétés toutefois cela n'exclut pas la présence des virus avec des charges virales peu importantes qui ne peuvent être décelé par le Test ELISA.

Malgré l'importance et la diversité des pucerons inféodés à la pomme de terre en particulier *Aphis nasturtii*, *Myzus persicae*, *Aulacorthum solani* et *Macrosiphum euphorbiae*, la variété Fabula est la plus résistante vraisemblablement aux virus ce qui explique son meilleur rendement.

La résistance des variétés Fabula et Désirée est due à une interaction incompatible correspondant à une incapacité du pathogène à infecter la plante, ceci est dû à la présence de barrières physiques naturelles telles que la paroi cellulaire et la déposition de callose ; ou chimiques par sécrétion de substances toxiques tels que les tanins ou la lignine (NURNBERGER et LIPKA, 2005).

Cette résistance serait due également à des composés de défense connus sous le nom d'éliciteur . La perception de ces éliciteurs déclenche une cascade aboutissant à l'activation d'une réaction d'hypersensibilité (PEPIN, 2004).

Cette réaction est considérée, comme étant la réponse des plantes aux virus, la plus connue. Elle est exprimée dans la plante par le développement de lésions nécrotiques qui se produisent au site de l'infection et restreint le développement du virus en le privant de l'eau et des nutriments nécessaires à sa croissance (RACAPE et *al.*, 2002).

## **CONCLUSION GENERALE**



## Conclusion générale

Au terme de ce travail il ressort que l'aphidifaune inventoriée est très variée et composée de douze (12) espèces de pucerons ailés qui ont été capturés à partir des trois variétés cultivées. Quatre (4) seulement sont inféodées à la pomme de terre : il s'agit de *Aulacorthum solani*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae*. L'étude des fluctuations aphidiennes a montré que les premières apparitions commencent en Avril pour atteindre leurs plus fortes pullulations en Mai.

Chez la variété Spunta, *Myzus persicae* est la plus dominante avec 47% du peuplement aphidien inventorié. Suivi par *Aphis nasturtii* qui représente 26,5% alors que *Aulacorthum solani* et *Macrosiphum euphorbiae* sont les moins présentes avec des fréquences de 17 % et 9% respectivement.

Trois (3) espèces de pucerons aptères ont été recensées : L'espèce *Myzus persicae* est la plus fréquente (59%). Les espèces *Aphis nasturtii* et *Macrosiphum euphorbiae* sont peu nombreuses et représentent respectivement 24, 5% et 16,2%. C'est dans la variété Fabula que nous avons trouvé le plus de pucerons aptères en nombre et en diversité. En effet cinq espèces ont été inventoriées : *Aphis nasturtii* (37,8%) ; *Aulacorthum solani* (25,4%), *Myzus persicae* (21,5%) et *Macrosiphum euphorbiae* (14,9%).

Le comportement variétal des blocs protégés donnent de meilleures croissances et les meilleurs rendements. La variété Spunta s'avère la plus sensible aux attaques de pucerons et aux maladies virales alors que la variété Fabula est la plus résistante et produit le meilleur rendement en comparaison avec les autres variétés, malgré la forte pullulation de pucerons.

Les analyses sérologiques nous ont permis d'identifier deux virus responsables des symptômes observés notamment chez la variété Spunta qui a montré des anomalies et des modifications morphologiques importantes comme les frisolées et les enroulements ainsi que le nanisme. En effet le test ELISA a révélé la présence du PVY et du PLRV.

Le filet insect proof est efficace vis-à-vis des pucerons ce qui a empêché l'infection par les virus dans le témoin de la variété Spunta et a mis en évidence le rôle des pucerons dans la transmission du PVY et du PLRV.

Par contre, le même test immunoenzymatique a montré l'absence de viroses chez les deux variétés Fabula et Désirée. En perspectives, avons-nous jugé utile d'entreprendre à l'avenir une recherche plus approfondie afin de déterminer avec précision le ou les véritables pucerons qui véhiculent les deux virus identifiés lors de notre travail. A cet effet des tests sérologiques sur les pucerons eux-mêmes s'avèrent nécessaires.

**REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ☞ **ACTA 1999** - Guide pratique de défenses des cultures. ACTA.
- 
- ☞ **AGELE S.O., OFUYAD T.I. & JAMES P.O., 2006** - Effects of watering regimes on aphid infestation and performance of selected varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp).
- 
- ☞ **ARMELLE C. D'ACIER., NICOLAS P. H. & OLIVERA P. O., 2010** - Aphids (Hemiptera, Aphididae). *BioRisk* 4(1): 435–474.
- 
- ☞ **BAMOUH A., 1999** - Technique de production de la Pomme de Terre au Maroc. Bulletin de liaison et d'information du PNTTA (51) : 4p.p.
- 
- ☞ **BARTA M., CAGAN L. 2006** - Aphid-pathogenic entomophthorales (their taxonomy, biology and ecology). *Biologia, Bratislava, Section Zoology*, 61, Suppl. 21: 543–616.
- 
- ☞ **BENOIT R., 2006** - Biodiversité et lutte biologique - Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique. ENITA C, 10: 1-25.
- 
- ☞ **BLACKMAN R.L. & EASTOP V.F., 2000** - *Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. 2nd Ed.* New York. : John Wiley et Sons Publishers, 466p.
- 
- ☞ **BLACKMAN R.L. & EASTOP V.F., 2007** - Taxonomic Issues. In van Emden H. F. & Harrington R.(éd.), *Aphids as Crop Pests*. CAB International, Cambridge, Massachusetts.
- 
- ☞ **BLACKMAN R.L. & EASTOP V.F., 2007** -Taxonomic Issues. In van Emden H. F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, p. 1-3. CAB International, Cambridge,Massachusetts.
- 
- ☞ **BONNEMAISON L., 1950** - Facteurs d'apparition des formes ailées chez les pucerons : vecteurs des maladies à virus de la pomme de terre et méthodes générales de protection des cultures de plants de sélection. Rev. M.E.N.S.
- 
- ☞ **BONNEMAISON L., 1962** – *Les ennemis animaux des plantes cultivées*. Ed. S.E.P., Paris, 668p.
- 
- ☞ **BOUZNAD Z., AIT OUADA M., KEDAD A., MOKABLIA, A., SIAFA A. et YAHIAOUI S., 2008**. Principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre : Agents responsables, dégâts, conditions de développement et méthodes de lutte. *Journée d'étude sur la filière pomme de terre : Situation actuelle et perspectives*. I.N.A. El Harrach.
-

- ☞ **GIORDANENGO .P., 2005** - Effects of plant protease inhibitors, oryzacystatin I and soybean Bowman-Birk inhibitor, on the aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera, Aphididae) and its parasitoid *Aphelinus abdominalis* (Hymenoptera, Aphelinidae). *J Insect Physiol* 51: 75-86
- 
- ☞ **BRAENDLE C., DAVIS G. K., BRISSON J. A., STERN D. L. 2006-** Wing dimorphism in aphids. *Heredity* 97, 192–199
- 
- ☞ **BRAULT V., BLANC S., & JACQUOT E., 2007** – Comment les pucerons transmettent les maladies virales aux plantes. *Biofuture* 279 : 40-44.
- 
- ☞ **BRAULT V., UZEST M., MONSION B., JACQUOT E., & BLANC S., 2010** - Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. *C. R. Biologies* 333 : 525-531 .
- 
- ☞ **C. D’ACIER A., NICOLAS P. H. & OLIVERA P. O., 2010** - Aphids (Hemiptera, Aphididae). *BioRisk* 4(1): 435–474.
- 
- ☞ **CHEHAT F., 2008.** La filière pomme de terre Algérienne : une situation précaire ; pp : 1-13, *in* Journée d’étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspectives, 18 juin 2008. INA EL-HARRACH, Alger.
- 
- ☞ **CHRISTELLE L., 2007** - Dynamique d’un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.
- 
- ☞ **CLEMENT M., 1981.** Larousse agricole. Ed Larousse Paris, pp. 814-879.
- 
- ☞ **DAGHEFALI N., 2012** – Effet du PVY sur la croissance et le rendement de deux variétés de pomme de terre (Spunta et Sarpomira). Thèse. Ing. Agr., El Harrach, ENSA. 42p.
- 
- ☞ **DEDRYVER C.A., 1982** - *Qu’est-ce qu’un puceron ? journ. D’info et d’étude* « : *les pucerons des cultures*, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. Bourd, Paris. pp9-20.
- 
- ☞ **DEDRYVER C. A., 2010** - Les pucerons: biologie, nuisibilité, résistance des plantes. *Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques* – 14 et 15 déc. 2010 à Angers.
- 
- ☞ **DEGUINE J. P., & LECLANT F., 1997** – *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae). *Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde*. Ed. Cent. Inter. Rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D), n°11, Paris.
- 
- ☞ **DELAPLACE PIERRE., 2007-** Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.).Thèse de doctorat. Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, pp. 7-8.
-

☞ **DIXON A. F. G., 1987-** The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In A.K. Minks and P. Hanewin (Editors), *World Crop Pest Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Elsevier, Amsterdam, vol.2A: 197-207.

---

☞ **DSA. 2008.** Direction du Service Agricole.

---

☞ **DSA. 2013.** Direction du Service Agricole.

---

☞ **DUVAUCHELLE S ET DUBOIS L., 1997-** Evolution sanitaire des cultures de pommes de terre en 1996: Marquée par une recrudescence des pucerons. *Phytoma - LdV* **495**: 17-19.

---

☞ **EL\_ZBEITA O., FIILA ., KIRK H.G., LORENE B., CVITANICH C., 2012-** Differential gene induction in resistant and susceptible potato cultivars at early stages of infection by *Phytophthora infestans*. *Plant Cell Rep* 31:187-203.

---

☞ **FAO STAT. 2010-** Statistiques de la FAO.

---

☞ **FAO STAT. 2012-** Statistiques de la FAO.

---

☞ **FERRERO M., 2009** - Le système tritrophique tomate tetranyques tisserands-*Phytoseiulus longipes* : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat, Montpellier.

---

☞ **FERRERO M., 2009** - *Le système tritrophique tomate tetranyques tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique.* Thèse doctorat, Montpellier.

---

☞ **FINK U., & VOELKL W., 1995** - The effect of abiotic factors on foraging and oviposition success of the aphid parasitoid, *Aphidius rosae*. *Oecologia* 103:371-378.

---

☞ **FOURNIER A., 2010** - *Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus pandora neoaphidis and implications for conservation biological control.* Thèse Doctorat. Univ Eth Zurich.

---

☞ **FRAVAL A., 2006** - Les pucerons. Insectes 3 n°141.

---

☞ **FREDON., 2008** – fiche technique sur les pucerons, France.

---

☞ **GIORDANENGO P., BRUNISSEN L., RUSTERUCCI C., VINCENT C., VAN BEL. C., DINANT. S., GIROUSSE. C., MIREILLE FAUCHER .M, JEAN-LOUIS BONNEMAIN JL., 2010-** Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses. *Comptes Rendus Biologies.*, Vol 333. pp (513-323).

---

- ☞ **GIORDANENGO P., 2005** -Effects of plant protease inhibitors, oryzacystatin I and soybean
- 
- ☞ **GODIN C., & BOIVIN G., 2002** - Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec.
- 
- ☞ **GRATWICK M., 1992** - Cereal aphids . M.Sc, D.I.C., C.Biol., M.I.Biol., F.R.E.S. 1992, pp 36-41
- 
- ☞ **GROETERS F. R. 1989-** Geographic and clonal variation in the milkweed-oleander aphid, *Aphis nerii* (Homoptera: Aphididae), for winged morph production, life history, and morphology in relation to host plant permanence. *Evol. Ecol.* 3, 327–341
- 
- ☞ **HARDIE J., GAO N., TIMAR T., SEBOK P., HONDA K. 1996-** Precocene derivatives and aphid morphogenesis. *Arch. Ins. Biochem. Physiol.* 32, 493–501
- 
- ☞ **HARMEL N., FRANCIS. F., HAUBRUGE. E., & GIORDANENGO. P., 2008** - Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. *Cahiers Agricultures* vol. 17, n°, 396: 395-398.
- 
- ☞ **HEIE O. E. 1995-** The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. VI. Family Aphididae: part 3 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae, and family Lachnidae Fauna Entomologica Scandinavica Klampenborg, Denmark: Scandinavian Science Press
- 
- ☞ **HELLER R., 1981.** Physiologie végétale tome I Nutrition. 2ème Ed Masson, 283 p.
- 
- ☞ **HOGUE R., 2010.** Impacts des virus sur la production des pommes de terre. Colloque sur la pomme de terre, CRAAQ.
- 
- ☞ **HULLE M., & COEUR D'ACIER A., 2007** – Les pucerons, indicateurs de changements globaux ?. *Biofuture* 297 : 44-47.
- 
- ☞ **HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., LECLANT F., & RAHN.M.J., 1998** – *Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol.* Ed. I.N.R.A., Paris.
- 
- ☞ **HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., ROBERT Y., & MONET Y., 1999** – *Les pucerons des plantes maraichères.* Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.
- 
- ☞ **ILUZ D., 2010** - The Plant-Aphid Universe.Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology .Vol 16. pp 91-118. in a humid rainforest zone of Nigeria. *Crop Protection*, 25, 73-78.
-

☞ **KEEN N., TAMAKI S., KOBAYASHI D., 1990-** Bacetria expressing avirulence gene D produce a specific elicitor of the soybean hypersensitive reaction. *Mol Plant Microbe Interact*, 3: 112-121.

---

☞ **KEMASSI A., HELLALI N., BOUAL Z., OULD EL HADJ-KHELIL A, HADJMAHAMMED M. et OULD ELHADJ M. D., 2014-** Toxicité comparée des huiles essentielles foliaires de trois plantes spontanées récoltées au Sahara algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). *Algerian journal of arid environnement*, vol. 2 (2): 34-42.

---

☞ **KENNEDY J.S., DAY M.F. & EASTOP VF., 1963.** A conspectus of aphids as vectors of plantviruses. *New Phytol.*, 62, 113-4 .

---

☞ **KOKALIS-BURELLE N., RODRIGUEZ -KABANA R., 2006.** Allelochemicals as biopesticides for management of plan-parasitic nematodes. *Allelochemicals: Biological Control of Plant Pathogens and Diseases*. 15-29.

---

☞ **KOS K., TOMANOVIC Z., PETROVIC-OBRAĐOVIC O., LAZNIK Z., MATEJ VIDRIH M., & TRDAN.S., 2008 -** Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, 91-1:16.

---

☞ **KOSTIW M., 2003 -** The effect of feeding time on potato virus S transmission by *Myzus persicae* (Sulz.) and *Aphis nasturtii* Kalt, aphids., *Potato Research* .Vol 46, Issue 3, pp 129-136.

---

☞ **LABRIE. G., 2010 -** Synthèse de la littérature scientifique sur le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsumura. Centre De Recherche Sur Les Grains Inc. (CÉROM), Québec.

---

☞ **LAMBERT L., 2005 -** Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.

---

☞ **LAMBERT N., 2010 -** *Lutte biologique aux ravageurs : applicabilité au Québec*. Centre Universitaire de Formation en Environnement., Université de Sherbrooke.

---

☞ **LAMY M., 1997 -** Les insectes et les hommes. Ed. Albin Michel, Paris, 96 p.

---

☞ **LAUMONNIER R., 1979-** cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Baillier, Paris. 279 p.

---

☞ **LAWSON S.P., LEGAN A.W., GRAHAM P., 2014 -** Comparative phenotyping across a social transition in aphids. *Animal Behaviour*, Volume 96, October 2014, Pages 117-125

---

☞ **LECLANT F. 1999-** Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification, *Cultures*

---



- ☞ **LECLANT F., 1978** – *Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification I, grandes cultures*. Ed. Association coor. Tech. agri. (A.C.T.A), Paris, 63p.
- 
- ☞ **LECLANT F., 1982** - Les effets nuisibles des pucerons sur cultures. ACTA, Paris, pp 37-57.
- 
- ☞ **LEPOIVRE P. ET SEMAL J., 1989-** Cultures de tissus et phytopathologie. Traité de pathologie végétale". pp 455-464. Presse Agronomique de Gembloux.
- 
- ☞ **LEROY P.D., VERHEGGEN F.J., CAPELLA Q., FRANCIS F. & HAUBRUGE E., 2010-** An introduction device for the aphidophagous hoverfly *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* **54**, 181–188.
- 
- ☞ **MADEC P., 1966-** Croissance et tubérisation chez la pomme de terre. Bull.soc.fr. physio. Vég. n°12 ; pp : 159-173.
- 
- ☞ **MADR.2007** - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 
- ☞ **MADR.2008** - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 
- ☞ **MADR.2011** - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 
- ☞ **MADR.2012** - Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 
- ☞ **MAISONHAUTE. J.E., 2009** - Quand le paysage influence les ennemis naturels. Bulletin de la Société d'entomologie du Québec., Vol. 16, n° 2: 3-5. Major Crop Pathogen, Potato virus Y. PLoS ONE, 7: e50631.
- 
- ☞ **MARCHOUX G., GOGNALONS P. & SELASSIE K.G., 2008-** *Virus des Solanacées. Du génome viral à la protection des cultures*. Paris, France: Quae.
- 
- ☞ **MARTIN J. F. 2004-** Culture de la pomme de terre de conservation. Arvalis. Institut du Végétal : 4-11 pp.
- 
- ☞ **MARTINI X., 2010** - *Evolution du cannibalisme et du comportement de ponte chez les coccinelles aphidiphages*. Thèse Doctorat, Université Paul Sabtier, Toulouse. P11.
- 
- ☞ **MATTHEWS R.E.F., 1991-** *Plant Virology. 3rd edition, Academic Press, San Diedo*.
- 
- ☞ **MICHAEL J. B., & DONAHUE J.D., 1998** - Leaf and Stem Feeding Aphids. College of Agriculture *Entomology Program University of Wyoming*
-

- ☞ **MONTARRY J., 2007-** Réponse adaptative des populations de *Phytophthora* infestans, agent du mildiou de la pomme de terre, au déploiement en culture de son hôte *Solanum tuberosum*. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. France. 177p.
- 
- ☞ **MÜLLER C. B., WILLIAMS I. S., HARDIE J. 2001-** The role of nutrition, crowding, and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecol. Ent.* 26, 330–340
- 
- ☞ **NURNBERGER T et LIPKA V. 2005-** Non-host resistance in plants: new insights into an old phenomenon. *Mol Plant Pathol.*, 6: 335-345. *of seed-potatoes*, chap. Aphid transmission of potato viruses, pp. 195-225.
- 
- ☞ **OMARI C., 2009-** La filière de pomme de terre en Algérie.
- 
- ☞ **OMARI C., 2011-** La filière pomme de terre en Algérie. *Afrique agriculture*, N°381, 26-30 pp.
- 
- ☞ **ORTIZ-RIVAS B & MARTINEZ-TORRES D., 2010 -** *Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae.* *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 : 305–317.
- 
- ☞ **OSWALDO T., 2010-** Hommage à la pomme de terre. Haute école de santé de Genève, 11p.
- 
- ☞ **OUFFROUKH A., KHELIFI D., DEHIMET L., 2010-** Contribution A L'étude Des Maladies foliaires des Céréales « Approche à l'étude épidémiologique et identification de la jaunisse nanisante de l'orge dans les céréales d'hiver dans les régions de l'est d'Algérie ». *Revue sciences et technique de l'Un. Mentouri. Contantine.* Sous presse.
- 
- ☞ **OULD ELHADJ M.D., 2004 -** *Le problème acridien au Sahara algérien.* Thèse Doctorat. , E.N.S.A. El Harrach, Alger. 279p.
- 
- ☞ **PEPIN G., 2004-** La résistance au virus Y de la pomme de terre (PVY) chez des lignées transgénique de pomme de terre exprimant un inhibiteur de protéases de type cystéine. Mémoire de maîtrise de la faculté des sciences et de génie de l'Université Laval, Québec, 93 p.
- 
- ☞ **PONCHET J., 1985 -** Historique de l'épidémiologie en pathologie végétale INRA .B.P. 78 -06602 Antibes .p 5-12.
- 
- ☞ **PRADO E. & TJALLINGII W. F., 1997 -** Effects of previous plant infestation on sieve element acceptance by two aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (82): 189–200.
- 
- ☞ **RACAPE J., BELBAHRI L., PARLANGE F., BOUCHER. N., KELLER. H., 2002-** la reconnaissance d'éliciteurs proteiques par les cellules végétales : comparaison entre la cryptogéine de *Phytophthora cryptogea* et la PopA de *Ralstonia solanacearum*. In : Journées Jean Chevaugéon : Ives rencontres de phytopathologie-mycologie du 13 au 17 mars 2002. Montpellier : CIRAD.
-

- ☞ **RACCAH. B., & FERERES. A., 2009** - Plant Virus Transmission by Insects. *Encyclopedia Of Life Sciences*, John Wiley and Sons, Ltd
- 
- ☞ **RADCLIFFE, E. B AND D. W. RAGSDALE., 2002-** Aphid transmitted potato viruses: the importance of understanding vector biology. *Amer. J. Pot. Res.* 79:353-386.
- 
- ☞ **RAGSDALE D., RADCLIFFE E. ET C. DIFONZO. 2001-** In : Loebenstein G., Berger PH., Brunt A.A., Lawson RH., eds. *Virus and virus-like Diseases of potatoes and production of seed-potatoes*, chap. Epidemiology and field control of PVY and PLRV, pp. 237-270.
- 
- ☞ **RAMSDEN.W., MENENDEZ. R., LEATHER S., WÄCKERS F., 2015-** Optimizing field margins for biocontrol services: The relative role of aphid abundance, annual floral resources, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* ., Vol 199. pp (94-104).
- 
- ☞ **REBOULET. J.N., 1999** - Les auxiliaires entomophages. ACTA. pp136.
- 
- ☞ **REGUEIG L., 2008-** Itinéraire technique de la culture de la pomme de terre en Algérie.
- 
- ☞ **REMAUDIÈRE G. & REMAUDIÈRE M., 1997-** Catalogue des aphididae du monde. Editions QUAE.
- 
- ☞ **REMAUDIÈRE G., & REMAUDIÈRE M., 1997** – *Catalogue des Aphidae du monde of the world's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea*. Techn. Et prati., Ed. I.N.R.A.
- 
- ☞ **REMAUDIÈRE G., AUTRIQUE A., AYMONIN G., EASTOP.V.F., KAFURERA J., STARY P., & DEDONDER R., 1985** - Contribution à l'écologie des aphides africains, FAO, Rome, 214 p.
- 
- ☞ **ROBERT Y, LEMAIRE O., 2000** - Introduction to Luteovirus epidemiology. In: Smith HG, Barker H, Eds. *The Luteoviridae*. Oxon, CAB International, 1999: 213-20.
- 
- ☞ **ROBERT Y. ET D. BOURDIN., 2001-** *Virus and Virus-like Diseases of potatoes and production*
- 
- ☞ **ROBERT Y., 1982** – Fluctuation et dynamique des population des pucerons. Jour. D'étude et d'info: Les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. A.C.T.A, Paris, pp 21-35.
- 
- ☞ **ROBERT Y., RABASSE J M., 1977-** Rôle écologique de *Digitalis purpurea* dans la limitation naturelle des populations du puceron strié de la pomme de terre *Aulacorthum solani* par *Anhidius urticae* dans l'Ouest de la France. *Entomophaga* 22, 373-382.
-

- ☞ **ROLOT J-L., 2005-** Analyse des facteurs régulant la dissémination du virus de la pomme de terre(PVY) en vue de stratégies de lutte raisonnées. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, Belgique.
- 
- ☞ **ROUSSELLE P., ROBERT Y et CROSNIER J.C., 1996-** La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris, 607 p.
- 
- ☞ **RYCKEWAERT P., & FABRE F., 2001** - Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères à la Réunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.
- 
- ☞ **RYKBOST K. A., HANE, D. C., HAMM, P.B., VOSS, R AND KIRBY, D., 1999-** Effects of seedborne potato virus Y on Russet Norkotah performance. *Am. J. Potato Res.*, 76 : 91-96.
- 
- ☞ **SAGUEZ J., HAINEZ R., CHERQUI .A., VAN WUYTSWINKEL .O., JEANPIERRE .H, LEBON G., NOIRAUD. N., BEAUJEAN .A., JOUANIN .L., LABERCHE .JC., VINCENT .C ET GIORDANENGO P., 2005** –Unexpected effects of chitinases on the peach-potato aphid (*Myzus persicae* Sulzer) when delivered via transgenic potato plants (*Solanum tuberosum* Linné) and *in vitro*. *Transgenic Res* **14**: 57-67.
- 
- ☞ **SAHARAOU L., 1999** - Polycope sur la systématique des pucerons . ENSA El – Harrach.18
- 
- ☞ **SAHARAOU L., 2012** - Polycope sur la systématique des pucerons . ENSA El – Harrach.18 p.
- 
- ☞ **SCHMIDT M.H., THEWES U., THIES C., & TSCHARNTKE T., 2004** - *Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals*. Department of Agroecology, Georg-August University, Waldweg, Germany: 87-93.
- 
- ☞ **SCHWARTZMANN M., UBIFRANCE, I.B.D., 2010-** Potato– a world production, a European business, *EPPO-Special Report* . N°14, pp.11-16.
- 
- ☞ **SEKKAT A., 2007** - *Les pucerons des agrumes au Maroc : Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement*. ENA. Maroc.
- 
- ☞ **SIMON J.C., 2007** - Quand les pucerons socialisent. *Biofuture* 297 : 38.
- 
- ☞ **SOLTNER D., 2005-** Les grandes productions végétales. 20ème édition. *Collection Sciences et Techniques Agricoles*. 472p..
- 
- ☞ **STORER J R. AND VAN EMDEN H E., 1995** - Antibiosis and antixenosis of chrysanthemum cultivars to the aphid *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 77: 307 314.
- 
- ☞ **SULLIVAN D.J., 2008** - Aphids (Hemiptera: Aphididae). *Encyclopedia of Entomology* pp 191-215
-

- ☞ **SUTHERLAND C. A., 2006** - *Aphids and Their Relatives*. Ed, *College of Agriculture and Home Economics*. New Mexico.
- 
- ☞ **TAKI H., MAETO K., OKABE. K., HARUYAMA. N., 2013**- Influences of the seminatural and natural matrix surrounding crop fields on aphid presence and aphid predator abundance within a complex landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment.*, Vol 179. pp (87–93).
- 
- ☞ **TANYA D., 2002** – Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.
- 
- ☞ **TAYLOR L.R. 1981**- Aphid forecasting and pathogens and a handbook for aphid identification. Euroaphid, 1980.
- 
- TRINDADE L.M., HORVATH B., BERGERVOET M., VISSER R., 2003** - Isolation of a gene encoding a copper chaperone for the Cu/Zn superoxide dismutase and characterisation of its promoter in *Solanum tuberosum*. *Plant Physiology*. 133: 618-629.
- 
- ☞ **TRINDALE L.M., HORVATH B.M., R.V.B, RICHARD G.F., 2004**- Analysis of genes differentially expressed during potato tuber life cycle and isolation of their promoter regions. *Plant science*. N°166 , pp. 423-433
- 
- ☞ **TURPEAU – AIT E.L., DEDRYVER C.A., CHAUBET B., HULLE M., 2011**- Puceron des grandes cultures. 1ère édition. *ACTA*. Paris, 135p.
- 
- ☞ **VERBEEK, M., P.G.M. PIRON, A.M. DULLEMANS, C. CUPERUS AND R.A.A. VAN DER VLUGT., 2010**- Determination of aphid transmission efficiencies for N, NTN and Wilga strains of Potato virus Y. *Ann. Appl. Biol.*, 156, 39-49.
- 
- ☞ **VISSER, J. C., BELLSTEDT, D. U. & PIRIE M. D., 2012**- The Recent Recombinant Evolution of a
- 
- ☞ **WANG Y., MA. L., WANG. J., REN. X., & ZHU. W., 2000** - A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. *Acta Ecologica Sinica* 20 : 502-509.
- 
- ☞ **WINCHESTER. N.N., 1999** - Identification of potential monitored elements and sampling protocols for terrestrial arthropods. Technical report N° 3: 227-314.
- 
- ☞ **YATTARA A.A., BOSQUEE. E., COULIBALY A.K., FRANCIS F., 2013**- Diversité et abondance des pucerons [Homoptera: Aphididae] et leur impact dans la dissémination des virus infectant la pomme de terre au Mali. *Phytoprotection*.
-

## Annexe 1 : Espèces de pucerons observées sur feuille de Spunta

| Echantillon                     | Espèces                       | Nombre d'adultes | Nombre de larves | Nombre total d'individus |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| 1                               | <i>Myzus persicae</i>         | 1                | 6                | 7                        |
| 2                               | <i>Aphis nasturtii</i>        | 2                | 8                | 10                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 2                | 0                | 2                        |
| 3                               | 0                             | 0                | 0                | 0                        |
| 4                               | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 1                | 5                | 6                        |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 3                | 11               | 14                       |
| 5                               | <i>Aphis nasturtii</i>        | 5                | 20               | 25                       |
|                                 | <i>Aulacorthum solani</i>     | 3                | 0                | 3                        |
| 6                               | <i>Myzus persicae</i>         | 9                | 18               | 27                       |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 2                | 8                | 10                       |
| 7                               | <i>Aulacorthum solani</i>     | 2                | 5                | 7                        |
| 8                               | <i>Myzus persicae</i>         | 8                | 11               | 19                       |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 12               | 23               | 35                       |
| 9                               | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 3                | 12               | 15                       |
|                                 | <i>Aulacorthum solani</i>     | 4                | 17               | 21                       |
| 10                              | <i>Aphis nasturtii</i>        | 6                | 8                | 14                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 1                | 2                | 3                        |
|                                 | <i>Aulacorthum solani</i>     | 7                | 13               | 20                       |
| 11                              | <i>Myzus persicae</i>         | 15               | 27               | 42                       |
| 12                              | <i>Aphis nasturtii</i>        | 5                | 12               | 17                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 3                | 8                | 11                       |
| 13                              | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 1                | 5                | 6                        |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 7                | 25               | 32                       |
| 14                              | <i>Myzus persicae</i>         | 3                | 8                | 11                       |
|                                 | <i>Aulacorthum solani</i>     | 4                | 16               | 20                       |
| <b>Nombre total d'individus</b> |                               |                  |                  | <b>377</b>               |

## Annexe 2 : Espèces de pucerons observées sur feuille de Désirée

| Echantillon                     | Espèces                       | Nombre d'adultes | Nombre de larves | Nombre total d'individus |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| 1                               | <i>Myzus persicae</i>         | 5                | 7                | 12                       |
| 2                               | <i>Myzus persicae</i>         | 2                | 3                | 5                        |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 2                | 0                | 2                        |
| 3                               | 0                             | 0                | 0                | 0                        |
| 4                               | <i>Myzus persicae</i>         | 4                | 6                | 10                       |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 3                | 9                | 12                       |
| 5                               | <i>Aphis nasturtii</i>        | 6                | 10               | 16                       |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 3                | 0                | 3                        |
| 6                               | <i>Myzus persicae</i>         | 2                | 4                | 6                        |
| 7                               | <i>Aphis nasturtii</i>        | 1                | 0                | 1                        |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 3                | 7                | 10                       |
| 8                               | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 1                | 5                | 6                        |
| 9                               | 0                             | 0                | 0                | 0                        |
| 10                              | <i>Myzus persicae</i>         | 5                | 17               | 22                       |
| 11                              | <i>Myzus persicae</i>         | 10               | 25               | 35                       |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 3                | 0                | 3                        |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 7                | 10               | 17                       |
| 12                              | <i>Myzus persicae</i>         | 8                | 20               | 28                       |
| 13                              | <i>Aphis nasturtii</i>        | 5                | 7                | 12                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 6                | 6                | 12                       |
| 14                              | <i>Myzus persicae</i>         | 3                | 0                | 3                        |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 2                | 9                | 11                       |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 5                | 10               | 15                       |
| <b>Nombre total d'individus</b> |                               |                  |                  | <b>241</b>               |

**Annexe 3 : Espèces de pucerons observées sur feuilles de Fabula**

| Echantillon                     | Espèces                       | Nombre d'adultes | Nombre de larves | Nombre total d'individus |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| 1                               | <i>Myzus persicae</i>         | 2                | 0                | 2                        |
|                                 | <i>Aulacorthum solani</i>     | 3                | 8                | 11                       |
| 2                               | <i>Myzus persicae</i>         | 1                | 4                | 5                        |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 2                | 0                | 2                        |
| 3                               | <i>Aphis nasturtii</i>        | 5                | 15               | 20                       |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 3                | 10               | 13                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 4                | 0                | 4                        |
| 4                               | <i>Aulacorthum solani</i>     | 6                | 25               | 31                       |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 10               | 34               | 44                       |
| 5                               | <i>Myzus persicae</i>         | 4                | 17               | 21                       |
| 6                               | <i>Myzus persicae</i>         | 2                | 0                | 2                        |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 7                | 3                | 10                       |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 6                | 28               | 34                       |
| 7                               | <i>Aphis nasturtii</i>        | 1                | 0                | 1                        |
| 8                               | <i>Myzus persicae</i>         | 1                | 5                | 6                        |
|                                 | <i>Aulacorthum solani</i>     | 4                | 10               | 14                       |
| 9                               | <i>Myzus persicae</i>         | 2                | 8                | 10                       |
|                                 | <i>Aphis nasturtii</i>        | 1                | 3                | 4                        |
|                                 | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 3                | 10               | 13                       |
| 10                              | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | 4                | 14               | 18                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 1                | 0                | 1                        |
| 11                              | <i>Myzus persicae</i>         | 1                | 4                | 5                        |
| 12                              | <i>Aphis nasturtii</i>        | 1                | 1                | 2                        |
|                                 | <i>Aulacorthum solani</i>     | 7                | 29               | 36                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 2                | 0                | 2                        |
| 13                              | <i>Aphis nasturtii</i>        | 1                | 3                | 4                        |
| 14                              | <i>Aphis nasturtii</i>        | 6                | 18               | 24                       |
|                                 | <i>Myzus persicae</i>         | 5                | 15               | 20                       |
|                                 | <i>Aphis fabae</i>            | 1                | 0                | 1                        |
| <b>Nombre total d'individus</b> |                               |                  |                  | <b>360</b>               |



## Annexe 4 : Espèces de pucerons ailés piégés

| Espèces de pucerons                                | Spunta     |            |           | Désirée    |            |           | Fabula     |            |           |
|--|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|  | Avril      | Mai        | Juin      | Avril      | Mai        | Juin      | Avril      | Mai        | Juin      |
| <i>Aphis fabae</i><br>Scopoli, 1763                | 6          | 10         | 5         | 7          | 25         | 4         | 3          | 18         | 7         |
| <i>Aphis frangulae</i><br>Kaltenbach, 1843         | 3          | 9          | 0         | 10         | 7          | 12        | 8          | 24         | 2         |
| <i>Aphis gossypii</i><br>Glover, 1877              | 8          | 17         | 1         | 16         | 10         | 0         | 7          | 10         | 2         |
| <i>Aphis nasturtii</i><br>Kaltenbach, 1843         | 9          | 10         | 3         | 12         | 7          | 12        | 8          | 13         | 0         |
| <i>Aulacorthum solani</i><br>Kaltenbach, 1843      | 6          | 23         | 12        | 11         | 18         | 15        | 10         | 25         | 6         |
| <i>Brachycaudus helichrysi</i><br>Kaltenbach, 1843 | 5          | 17         | 2         | 8          | 8          | 6         | 0          | 10         | 5         |
| <i>Brevicoryne brassicae</i><br>Linné, 1758        | 0          | 11         | 14        | 2          | 10         | 12        | 0          | 8          | 13        |
| <i>Hyperhomyzus lactuae</i><br>Linné, 1758         | 3          | 5          | 0         | 7          | 16         | 1         | 5          | 0          | 0         |
| <i>Macrosiphum euphorbiae</i><br>Thomas, 1878      | 0          | 16         | 10        | 18         | 9          | 5         | 3          | 13         | 0         |
| <i>Macrosiphum rosae</i><br>Linnaeus, 1758         | 1          | 5          | 0         | 15         | 6          | 0         | 12         | 8          | 2         |
| <i>Myzus persicae</i><br>Sulzer, 1776              | 12         | 22         | 18        | 17         | 28         | 10        | 8          | 16         | 9         |
| <i>Sitobion avenae</i><br>Fabricius, 1775          | 2          | 10         | 6         | 0          | 20         | 9         | 0          | 15         | 0         |
| <b>Nombre total / mois</b>                         | <b>55</b>  | <b>155</b> | <b>71</b> | <b>123</b> | <b>164</b> | <b>86</b> | <b>64</b>  | <b>160</b> | <b>46</b> |
| <b>Nombre total / variétés</b>                     | <b>281</b> |            |           | <b>373</b> |            |           | <b>270</b> |            |           |

## Annexe 5 : La hauteur de la tige principale Désirée

| <b>T</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> |
| 1        | 56       | 28       | 58       | 43       | 50       | 70       | 53       | 97       | 57       | 124      | 53       | 152      | 51       |
| 2        | 56       | 29       | 57       | 44       | 51       | 71       | 54.7     | 98       | 50.2     | 125      | 50       | 153      | 53       |
| 3        | 55       | 30       | 57       | 45       | 50       | 72       | 55.2     | 99       | 51.2     | 126      | 51       | 154      | 52       |
| 4        | 55       | 3        | 58       | 46       | 52       | 73       | 50       | 100      | 53       | 127      | 53       | 155      | 51       |
| 5        | 56       | 32       | 60       | 47       | 53       | 74       | 53       | 101      | 53       | 128      | 51       | 156      | 50       |
| 6        | 57       | 33       | 62       | 48       | 52.5     | 75       | 55       | 102      | 52       | 129      | 52       | 157      | 53       |
| 7        | 58       | 34       | 59       | 49       | 53       | 76       | 50       | 103      | 50       | 130      | 51       | 158      | 54       |
| 8        | 55       | 35       | 56       | 50       | 55.8     | 77       | 50       | 104      | 51       | 132      | 53       | 159      | 50       |
| 9        | 55       | 36       | 55       | 51       | 56       | 78       | 51.5     | 105      | 50       | 133      | 53       | 160      | 51       |
| 10       | 56       | 37       | 55       | 52       | 55       | 79       | 52       | 106      | 52       | 134      | 52       | 161      | 52       |
| 11       | 55       | 38       | 58       | 53       | 54.5     | 80       | 52       | 107      | 51       | 135      | 51.5     | 162      | 53       |
| 12       | 56       | 39       | 57       | 54       | 54       | 81       | 53       | 108      | 53       | 136      | 52       | 163      | 53       |
| 13       | 56       | 40       | 55.5     | 55       | 56       | 82       | 52       | 109      | 54       | 137      | 53       | 164      | 51       |
| 14       | 55       | 41       | 56       | 56       | 50       | 83       | 50       | 110      | 52       | 138      | 55       | 165      | 50       |
| 15       | 54       | 42       | 58       | 57       | 51       | 84       | 52       | 111      | 50       | 139      | 54       | 166      | 52       |
| 16       | 54       |          |          | 58       | 50       | 85       | 54.2     | 112      | 51       | 140      | 54       | 167      | 53       |
| 17       | 55       |          |          | 59       | 52       | 86       | 54       | 113      | 53       | 141      | 55       | 168      | 54       |
| 18       | 49       |          |          | 60       | 52       | 87       | 53       | 114      | 50       | 142      | 53       |          |          |
| 19       | 55       |          |          | 61       | 53.5     | 88       | 54.4     | 115      | 50.5     | 143      | 54       |          |          |
| 20       | 54       |          |          | 62       | 54       | 89       | 52       | 116      | 50       | 144      | 53       |          |          |
| 21       | 50       |          |          | 63       | 55       | 90       | 53       | 117      | 53       | 145      | 52       |          |          |
| 22       | 55       |          |          | 64       | 56       | 91       | 50.5     | 118      | 56       | 146      | 53       |          |          |
| 23       | 54       |          |          | 65       | 57       | 92       | 51       | 119      | 57       | 147      | 52       |          |          |
| 24       | 54       |          |          | 66       | 56       | 93       | 53       | 120      | 50       | 148      | 52       |          |          |
| 25       | 58       |          |          | 67       | 55       | 94       | 55       | 121      | 50       | 149      | 51       |          |          |
| 26       | 60       |          |          | 68       | 55       | 95       | 56       | 122      | 51       | 150      | 50       |          |          |
| 27       | 59       |          |          | 69       | 53       | 96       | 50       | 123      | 52       | 151      | 51       |          |          |

## Annexe 6 : La hauteur de la tige principale Spunta

| T  |    |    |    |    |      |    |      |     |    |     |    |     |    |
|----|----|----|----|----|------|----|------|-----|----|-----|----|-----|----|
| P  | H  | P  | H  | P  | H    | P  | H    | P   | H  | P   | H  | P   | H  |
| 1  | 58 | 28 | 48 | 43 | 45.5 | 70 | 45   | 97  | 50 | 124 | 35 | 151 | 40 |
| 2  | 40 | 29 | 58 | 44 | 46   | 71 | 40   | 98  | 49 | 125 | 40 | 152 | 48 |
| 3  | 46 | 30 | 55 | 45 | 40   | 72 | 41   | 99  | 45 | 126 | 53 | 153 | 46 |
| 4  | 48 | 31 | 53 | 46 | 41   | 73 | 48   | 100 | 49 | 127 | 56 | 154 | 46 |
| 5  | 52 | 32 | 50 | 47 | 46   | 74 | 37   | 101 | 56 | 128 | 44 | 155 | 40 |
| 6  | 50 | 33 | 46 | 48 | 40   | 75 | 57   | 102 | 35 | 129 | 46 | 156 | 42 |
| 7  | 46 | 34 | 50 | 49 | 44   | 76 | 48.5 | 103 | 39 | 130 | 45 | 157 | 50 |
| 8  | 41 | 35 | 52 | 50 | 40   | 77 | 37   | 104 | 30 | 131 | 56 | 158 | 30 |
| 9  | 52 | 36 | 48 | 51 | 38   | 78 | 39   | 105 | 32 | 132 | 47 | 159 | 35 |
| 10 | 54 | 37 | 46 | 52 | 39   | 79 | 37   | 106 | 35 | 133 | 56 | 160 | 30 |
| 11 | 50 | 38 | 49 | 53 | 39   | 80 | 36   | 107 | 35 | 134 | 55 | 161 | 36 |
| 12 | 53 | 39 | 50 | 54 | 50   | 81 | 35   | 108 | 36 | 135 | 55 | 162 | 30 |
| 13 | 50 | 40 | 50 | 55 | 42   | 82 | 34   | 109 | 40 | 136 | 50 | 163 | 36 |
| 14 | 55 | 41 | 53 | 56 | 43   | 83 | 30   | 110 | 41 | 137 | 51 | 164 | 35 |
| 15 | 46 | 42 | 55 | 57 | 31   | 84 | 32   | 111 | 46 | 138 | 49 | 165 | 35 |
| 16 | 48 |    |    | 58 | 30   | 85 | 30   | 112 | 50 | 139 | 53 | 166 | 30 |
| 17 | 48 |    |    | 59 | 32   | 86 | 31   | 113 | 41 | 140 | 40 | 167 | 33 |
| 18 | 49 |    |    | 60 | 30   | 87 | 39   | 114 | 46 | 141 | 40 | 168 | 40 |
| 19 | 48 |    |    | 61 | 33   | 88 | 25   | 115 | 40 | 142 | 39 |     |    |
| 20 | 46 |    |    | 62 | 38   | 89 | 25   | 116 | 41 | 143 | 31 |     |    |
| 21 | 51 |    |    | 63 | 39   | 90 | 50   | 117 | 40 | 144 | 40 |     |    |
| 22 | 50 |    |    | 64 | 35   | 91 | 31   | 118 | 37 | 145 | 45 |     |    |
| 23 | 51 |    |    | 65 | 35   | 92 | 40   | 119 | 30 | 146 | 44 |     |    |
| 24 | 52 |    |    | 66 | 39   | 93 | 46   | 120 | 33 | 147 | 42 |     |    |
| 25 | 56 |    |    | 67 | 32   | 94 | 51   | 121 | 30 | 148 | 38 |     |    |
| 26 | 49 |    |    | 68 | 30   | 95 | 40   | 122 | 30 | 149 | 38 |     |    |
| 27 | 49 |    |    | 69 | 42   | 96 | 42   | 123 | 31 | 150 | 36 |     |    |

## Annexe 7 : La hauteur de la tige principale Fabula

| T  |      |    |      |    |      |    |      |     |      |     |      |     |      |
|----|------|----|------|----|------|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| P  | H    | P  | H    | P  | H    | P  | H    | P   | H    | P   | H    | P   | H    |
| 1  | 55   | 28 | 55.5 | 43 | 55   | 70 | 54   | 97  | 58   | 124 | 59   | 151 | 55   |
| 2  | 56   | 29 | 56   | 44 | 58   | 71 | 55.7 | 98  | 67   | 125 | 60   | 152 | 59   |
| 3  | 56   | 30 | 58   | 45 | 55   | 72 | 56   | 99  | 68.3 | 126 | 58   | 153 | 60   |
| 4  | 55   | 31 | 56   | 46 | 57   | 73 | 50   | 100 | 65   | 127 | 59   | 154 | 64   |
| 5  | 58.5 | 32 | 50   | 47 | 49   | 74 | 59   | 101 | 60   | 128 | 58.4 | 155 | 60.5 |
| 6  | 60   | 33 | 49.9 | 48 | 62   | 75 | 57   | 102 | 59   | 129 | 60   | 156 | 59   |
| 7  | 58   | 34 | 45   | 49 | 61.5 | 76 | 57   | 103 | 58.5 | 130 | 63   | 157 | 58   |
| 8  | 58   | 35 | 47   | 50 | 65   | 77 | 56   | 104 | 57   | 131 | 62.8 | 158 | 58   |
| 9  | 59   | 36 | 49.5 | 51 | 58   | 78 | 55.5 | 105 | 58.9 | 132 | 65   | 159 | 55   |
| 10 | 57,5 | 37 | 50   | 52 | 59   | 79 | 60   | 106 | 59   | 133 | 63   | 160 | 56   |
| 11 | 50   | 38 | 48   | 53 | 54   | 80 | 59   | 107 | 57.4 | 134 | 60.2 | 161 | 56.7 |
| 12 | 53   | 39 | 48.7 | 54 | 51   | 81 | 61   | 108 | 55   | 135 | 59   | 162 | 57   |
| 13 | 54   | 40 | 50   | 55 | 50.8 | 82 | 60   | 109 | 55   | 136 | 55   | 163 | 60   |
| 14 | 58   | 41 | 51   | 56 | 58   | 83 | 63   | 110 | 57   | 137 | 56   | 164 | 60.5 |
| 15 | 59   | 42 | 50   | 57 | 58   | 84 | 58   | 111 | 59   | 138 | 56/7 | 165 | 65   |
| 16 | 52   |    |      | 58 | 60   | 85 | 54   | 112 | 63   | 139 | 59   | 166 | 66   |
| 17 | 5    |    |      | 59 | 64   | 86 | 58   | 113 | 56.7 | 140 | 57   | 167 | 66.5 |
| 18 | 64   |    |      | 60 | 58   | 87 | 58.2 | 114 | 60   | 141 | 56.5 | 168 | 65   |
| 19 | 59   |    |      | 61 | 59   | 88 | 59   | 115 | 63.5 | 142 | 56   |     |      |
| 20 | 52   |    |      | 62 | 55.7 | 89 | 60   | 116 | 61   | 143 | 55   |     |      |
| 21 | 53   |    |      | 63 | 56   | 90 | 53.6 | 117 | 60   | 144 | 58   |     |      |
| 22 | 53   |    |      | 64 | 52   | 91 | 55   | 118 | 57.5 | 145 | 50   |     |      |
| 23 | 58   |    |      | 65 | 53   | 92 | 59   | 119 | 58   | 146 | 54   |     |      |
| 24 | 54   |    |      | 66 | 58   | 93 | 61   | 120 | 55   | 147 | 55.5 |     |      |
| 25 | 51   |    |      | 67 | 59   | 94 | 60   | 121 | 56   | 148 | 52   |     |      |
| 26 | 50.3 |    |      | 68 | 59   | 95 | 60.5 | 122 | 56.8 | 149 | 50   |     |      |
| 27 | 60   |    |      | 69 | 60.2 | 96 |      | 123 |      | 150 | 54.6 |     |      |

**Annexe 8 : Le nombre de la tige principale Désirée**

| <b>T</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> |
| 1        | 5        | 28       | 6        | 43       | 5        | 70       | 6        | 97       | 6        | 124      | 6        | 151      | 4        |
| 2        | 6        | 29       | 6        | 44       | 6        | 71       | 6        | 98       | 7        | 125      | 6        | 152      | 5        |
| 3        | 5        | 30       | 6        | 45       | 6        | 72       | 6        | 99       | 7        | 126      | 6        | 153      | 6        |
| 4        | 5        | 31       | 6        | 46       | 6        | 73       | 6        | 100      | 7        | 127      | 6        | 154      | 6        |
| 5        | 6        | 32       | 6        | 47       | 5        | 74       | 7        | 101      | 7        | 128      | 6        | 155      | 6        |
| 6        | 6        | 33       | 6        | 48       | 6        | 75       | 7        | 102      | 6        | 129      | 6        | 156      | 5        |
| 7        | 5        | 34       | 6        | 49       | 6        | 76       | 7        | 103      | 7        | 130      | 6        | 157      | 5        |
| 8        | 6        | 35       | 7        | 50       | 6        | 77       | 7        | 104      | 7        | 131      | 5        | 158      | 7        |
| 9        | 7        | 36       | 6        | 51       | 6        | 78       | 7        | 105      | 6        | 132      | 6        | 159      | 7        |
| 10       | 5        | 37       | 6        | 52       | 6        | 79       | 6        | 106      | 6        | 133      | 6        | 160      | 7        |
| 11       | 6        | 38       | 6        | 53       | 6        | 80       | 6        | 107      | 6        | 134      | 6        | 161      | 6        |
| 12       | 6        | 39       | 5        | 54       | 6        | 81       | 6        | 108      | 5        | 135      | 5        | 162      | 6        |
| 13       | 7        | 40       | 6        | 55       | 6        | 82       | 6        | 109      | 6        | 136      | 5        | 163      | 5        |
| 14       | 7        | 41       | 6        | 56       | 6        | 83       | 7        | 110      | 6        | 137      | 6        | 164      | 6        |
| 15       | 6        | 42       | 6        | 57       | 5        | 84       | 6        | 111      | 6        | 138      | 6        | 165      | 6        |
| 16       | 5        |          |          | 58       | 6        | 85       | 6        | 112      | 6        | 139      | 6        | 166      | 6        |
| 17       | 5        |          |          | 59       | 6        | 86       | 5        | 113      | 6        | 140      | 6        | 167      | 6        |
| 18       | 5        |          |          | 60       | 6        | 87       | 6        | 114      | 6        | 141      | 6        | 168      | 5        |
| 19       | 6        |          |          | 61       | 7        | 88       | 6        | 115      | 7        | 142      | 6        |          |          |
| 20       | 5        |          |          | 62       | 6        | 89       | 6        | 116      | 7        | 143      | 7        |          |          |
| 21       | 7        |          |          | 63       | 6        | 90       | 7        | 117      | 7        | 144      | 7        |          |          |
| 22       | 7        |          |          | 64       | 6        | 91       | 7        | 118      | 7        | 145      | 7        |          |          |
| 23       | 7        |          |          | 65       | 6        | 92       | 7        | 119      | 6        | 146      | 7        |          |          |
| 24       | 6        |          |          | 66       | 7        | 93       | 7        | 120      | 6        | 147      | 5        |          |          |
| 25       | 7        |          |          | 67       | 6        | 94       | 6        | 121      | 6        | 148      | 6        |          |          |
| 26       | 5        |          |          | 68       | 6        | 95       | 7        | 122      | 6        | 149      | 6        |          |          |
| 27       | 6        |          |          | 69       | 6        | 96       | 6        | 123      | 6        | 150      | 4        |          |          |

## Annexe 9 : Le nombre de la tige principale Spunta

| <b>T</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> | <b>P</b> | <b>H</b> |
| 1        | 5        | 28       | 5        | 43       | 5        | 70       | 5        | 97       | 4        | 124      | 4        | 151      | 5        |
| 2        | 5        | 29       | 3        | 44       | 6        | 71       | 5        | 98       | 4        | 125      | 4        | 152      | 5        |
| 3        | 4        | 30       | 5        | 45       | 5        | 72       | 4        | 99       | 4        | 126      | 3        | 153      | 4        |
| 4        | 5        | 31       | 5        | 46       | 5        | 73       | 4        | 100      | 3        | 127      | 3        | 154      | 5        |
| 5        | 6        | 32       | 5        | 47       | 5        | 74       | 4        | 101      | 3        | 128      | 3        | 155      | 4        |
| 6        | 5        | 33       | 6        | 48       | 4        | 75       | 4        | 102      | 3        | 129      | 3        | 156      | 4        |
| 7        | 5        | 34       | 6        | 49       | 4        | 76       | 5        | 103      | 5        | 130      | 4        | 157      | 4        |
| 8        | 5        | 35       | 5        | 50       | 3        | 77       | 4        | 104      | 3        | 131      | 4        | 158      | 5        |
| 9        | 4        | 36       | 5        | 51       | 3        | 78       | 3        | 105      | 3        | 132      | 3        | 159      | 6        |
| 10       | 6        | 37       | 5        | 52       | 3        | 79       | 4        | 106      | 2        | 133      | 3        | 160      | 6        |
| 11       | 4        | 38       | 5        | 53       | 3        | 80       | 4        | 107      | 3        | 134      | 4        | 161      | 5        |
| 12       | 5        | 39       | 5        | 54       | 3        | 81       | 4        | 108      | 3        | 135      | 4        | 162      | 5        |
| 13       | 5        | 40       | 4        | 55       | 3        | 82       | 3        | 109      | 3        | 136      | 4        | 163      | 6        |
| 14       | 5        | 41       | 4        | 56       | 3        | 83       | 3        | 110      | 3        | 137      | 4        | 164      | 5        |
| 15       | 6        | 42       | 5        | 57       | 5        | 84       | 3        | 111      | 4        | 138      | 4        | 165      | 5        |
| 16       | 6        |          |          | 58       | 4        | 85       | 2        | 112      | 4        | 139      | 4        | 166      | 5        |
| 17       | 6        |          |          | 59       | 4        | 86       | 3        | 113      | 3        | 140      | 4        | 167      | 5        |
| 18       | 7        |          |          | 60       | 3        | 87       | 3        | 114      | 4        | 141      | 4        | 168      | 4        |
| 19       | 5        |          |          | 61       | 4        | 88       | 3        | 115      | 4        | 142      | 5        |          |          |
| 20       | 6        |          |          | 62       | 3        | 89       | 4        | 116      | 4        | 143      | 5        |          |          |
| 21       | 5        |          |          | 63       | 4        | 90       | 4        | 117      | 3        | 144      | 4        |          |          |
| 22       | 5        |          |          | 64       | 4        | 91       | 4        | 118      | 3        | 145      | 4        |          |          |
| 23       | 5        |          |          | 65       | 5        | 92       | 4        | 119      | 5        | 146      | 3        |          |          |
| 24       | 5        |          |          | 66       | 5        | 93       | 4        | 120      | 3        | 147      | 3        |          |          |
| 25       | 6        |          |          | 67       | 5        | 94       | 4        | 121      | 2        | 148      | 4        |          |          |
| 26       | 6        |          |          | 68       | 3        | 95       | 5        | 122      | 2        | 149      | 5        |          |          |
| 27       | 5        |          |          | 69       | 3        | 96       | 4        | 123      | 3        | 150      | 3        |          |          |

## Annexe 10 : Le nombre de la tige principale Fabula

| T  |   |    |   |    |   |    |   |     |   |     |   |     |   |
|----|---|----|---|----|---|----|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| P  | H | P  | H | P  | H | P  | H | P   | H | P   | H | P   | H |
| 1  | 6 | 28 | 6 | 43 | 6 | 70 | 7 | 97  | 7 | 124 | 8 | 151 | 7 |
| 2  | 6 | 29 | 7 | 44 | 6 | 71 | 7 | 98  | 7 | 125 | 7 | 152 | 7 |
| 3  | 6 | 30 | 7 | 45 | 7 | 72 | 7 | 99  | 7 | 126 | 7 | 153 | 7 |
| 4  | 6 | 31 | 7 | 46 | 7 | 73 | 7 | 100 | 7 | 127 | 7 | 154 | 6 |
| 5  | 7 | 32 | 7 | 47 | 7 | 74 | 7 | 101 | 6 | 128 | 7 | 155 | 7 |
| 6  | 8 | 33 | 7 | 48 | 7 | 75 | 7 | 102 | 7 | 129 | 7 | 156 | 7 |
| 7  | 7 | 34 | 7 | 49 | 7 | 76 | 8 | 103 | 6 | 130 | 7 | 157 | 7 |
| 8  | 7 | 35 | 6 | 50 | 7 | 77 | 7 | 104 | 7 | 131 | 7 | 158 | 8 |
| 9  | 7 | 36 | 7 | 51 | 7 | 78 | 7 | 105 | 7 | 132 | 7 | 159 | 8 |
| 10 | 7 | 37 | 7 | 52 | 7 | 79 | 6 | 106 | 7 | 133 | 7 | 160 | 7 |
| 11 | 6 | 38 | 6 | 53 | 6 | 80 | 6 | 107 | 8 | 134 | 7 | 161 | 7 |
| 12 | 7 | 39 | 7 | 54 | 6 | 81 | 7 | 108 | 8 | 135 | 6 | 162 | 7 |
| 13 | 7 | 40 | 6 | 55 | 7 | 82 | 7 | 109 | 7 | 136 | 6 | 163 | 8 |
| 14 | 7 | 41 | 7 | 56 | 7 | 83 | 7 | 110 | 7 | 137 | 5 | 164 | 8 |
| 15 | 7 | 42 | 7 | 57 | 7 | 84 | 7 | 111 | 7 | 138 | 5 | 165 | 8 |
| 16 | 7 |    |   | 58 | 7 | 85 | 8 | 112 | 7 | 139 | 7 | 166 | 7 |
| 17 | 7 |    |   | 59 | 7 | 86 | 7 | 113 | 7 | 140 | 7 | 167 | 7 |
| 18 | 6 |    |   | 60 | 7 | 87 | 7 | 114 | 7 | 141 | 7 | 168 | 7 |
| 19 | 6 |    |   | 61 | 7 | 88 | 7 | 115 | 7 | 142 | 7 |     |   |
| 20 | 7 |    |   | 62 | 7 | 89 | 7 | 116 | 7 | 143 | 7 |     |   |
| 21 | 7 |    |   | 63 | 7 | 90 | 7 | 117 | 7 | 144 | 7 |     |   |
| 22 | 7 |    |   | 64 | 6 | 91 | 7 | 118 | 8 | 145 | 7 |     |   |
| 23 | 5 |    |   | 65 | 6 | 92 | 6 | 119 | 7 | 146 | 7 |     |   |
| 24 | 6 |    |   | 66 | 6 | 93 | 6 | 120 | 7 | 147 | 7 |     |   |
| 25 | 6 |    |   | 67 | 7 | 94 | 6 | 121 | 7 | 148 | 7 |     |   |
| 26 | 7 |    |   | 68 | 7 | 95 | 7 | 122 | 7 | 149 | 8 |     |   |
| 27 | 7 |    |   | 69 | 6 | 96 | 7 | 123 | 6 | 150 | 7 |     |   |

**Annexe 11:** Données climatiques durant l'essai

| Mois  | Température (°C) |      | Humidité relative% |      | Pluviométrie (mm) |
|-------|------------------|------|--------------------|------|-------------------|
|       | MIN              | MAX  | MIN                | MAX  |                   |
| Mars  | 11,3             | 21,5 | 63,2               | 76,3 | 1,1               |
| Avril | 10,9             | 20,5 | 67,1               | 80,9 | 2,6               |
| Mai   | 15               | 24,9 | 57,9               | 90   | 4,7               |
| Juin  | 17,8             | 28,1 | 56,8               | 84,6 | 0,0               |

Source : Station météorologique de l'ENSA 2015



**Résumé :**

Etude des pucerons vecteurs de virus sur trois variétés de pomme de terre en plein champs (ENSA- El Harrach).

Le travail consiste en étude des pucerons vecteurs de viroses sur trois variétés de pomme de terre. Pour cela la méthode adoptée, après l'installation de la culture, se distingue par l'identification des espèces de 12 pucerons ailés et de quatre aptères :

Il s'agit de *Aulacorthum solani*, *Aphis nasturtii*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae*. Deux espèces sont inféodées à la variété Spunta, *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani*, la variété Désirée par *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani*. La Fabula est attaquée principalement par *Aulacorthum solani*, *aphis frangulae*.

Le test ELISA a révélé la présence du PVY et du PLRV sur la variété Spunta qui s'est montrée la plus sensible alors que les deux variétés Fabula et Désirée étaient saines.

**Mots clés :** Pomme de terre, Pucerons, Vecteurs, PVY, PLRV, Sérologie.

---

**Abstract:**

Study of aphids virus's vectors on three varieties of potato in open field (ENSA- El Harrach).

The work consists of study of aphid vectors of viruses in three potato varieties. For this method is adopted, after installation of the culture, is distinguished by the identification of 12 species and four winged aphids wingless: this is *Aulacorthum solani*, *Aphis nasturtii*, *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae*. Two species are subservient to the variety Spunta, *Myzus persicae* and *Aulacorthum solani*, variety Desiree by *Myzus persicae* and *Aulacorthum solani*. La Fabula is attacked mainly by *Aulacorthum solani*, and *Myzus persicae* and *aphis Frangulae*.

The ELISA revealed the presence of PVY and PLRV on Spunta variety that has shown the most sensitive .The two varieties Fabula and Desiree were virus's free.

**Keywords:** Potato, Aphids, Vectors, PVY, PLRV, Serology.

---

## صخلم:

لمعلا لثمتي. ش ارحلا (ف.ط.و. م) حوتقم ل قدي ف اطاطبلا نم فانصاً ثلاثي لء تاسوريفلا لئقانلا نملا تارشء تسارد  
لمشت اطاطبلا ءعارز دعبو ءجهتتلا ءقيرطلا , كاذ لجا نم . اطاطبلا نم فانصاً ثلاثي لء نملا تارشء تسارد في  
ي ه و حنجم لالا نم 4 و حنجملا نملا نم عوذ 12 لء فيرعتلا

*Aulacrothum solani ; Aphis nasturtii ; Macrosiphum euphorbiae ; Myzus persicae*

فنصلا لء ناريصتقي ناقنص Spunta امه : *Myzus persicae* فنصلا لمعو Désirée

*Aulacrothum solani* و *Myzus persicae* . فنصلا Fabula نم مرضتي *Aulacrothum solani*

و *Aphis Frangulae*

ءبرجتلا ELISA دوجو نيبت PVY و PLRV فنصلا في Spunta امنيب ءيساسدرثكلا فنصلا وه و

ن يفنصلا Désirée و Fabula تاسوريفلا نم نايلاخ.