



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MENTOURI - CONSTANTINE.1

N° Série.

N° Ordre.

THESE

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences

Option: Phytopathologie et Amélioration des plantes

THEME

Contribution à la connaissance des stress biotiques affectant les céréales d'hiver:

« Identification et approche à l'étude épidémiologique du virus de la jaunisse nanisante de L'Orge (VJNO) ou (BYDV) sévissant dans les cultures des céréales dans les zones Est de l'Algérie ».

Présentée par : Mr OUFFROUKH AMMAR

Devant le jury :

Président : Pr. BOULAHROUF Abderrahmane-Université Mentouri - Constantine.1

Rapporteur : Pr. KHELIFI Douadi - Université Mentouri - Constantine.1

Examineurs : Pr. DEHIMAT Laid - Université Mentouri - Constantine.1

Pr. SENOUCI Md Mourad - Université- Oum El Bouaghi

Pr. GUECHI Abdelwahab - Université Ferhat Abbas - Sétif

Pr. YAHIA Abdelwahab - Centre Universitaire – Mila

Année Universitaire : 2013 / 2014

REMERCIEMENTS

J'exprime ma sincère reconnaissance à tous ceux qui ont, de près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail.

Que Monsieur le Professeur **F.C .FERAULT**, Directeur Scientifique de l'INAPGrignon Trouve ici ma profonde reconnaissance pour avoir cru en ma détermination, pour sa profonde confiance et ses échanges lumineux sans cesse renouvelés et ses nombreux conseils avisés.

Ma profonde gratitude va à Messieurs les Professeurs **DEHIMAT Laid** et **BREHRI El Hassan** respectivement Doyen et vice Doyen de la faculté de sciences et de la vie pour toutes les facilités et aides accordées aux moments où j'en avais le plus besoin. Merci, encore Merci, bien que ce ne soient pas là les mots appropriés

Mes plus vifs remerciements s'adressent à Monsieur le professeur **Douadi. KHELIFI** qui a bien voulu accepter de patronner mes travaux et d'en être le rapporteur. Je souhaite avant tout le remercier pour la grande liberté qu'il m'a octroyé et pour la confiance qu'il a placée en moi. Elle fut parfois synonyme de solitude mais jamais de traversée de désert. J'en suis comblé et je ne regrette rien

Mes remerciements vont également, à Messieurs, les professeurs **BOULAHROUF Abderrahmane**, pour avoir bien voulu accepter de présider et juger ce travail, le Professeur **DEHIMAT Laid**, le Professeur **SENOUCI Md. Mourad**, le Professeur **GUECHI Abdelwahab** et le Professeur **YAHYA Abdelwahab** d'avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de mon jury.

Tout travail, ne peut être réalisé seul. Mes pensées vont à tous ceux, nombreux, collègues et amis pour leurs aides et disponibilité. J'ai trouvé en mes amis **Djafer MANSOURI** et **AGGAD Hamid** des collaborateurs exceptionnels, leur soutien et leurs aides m'ont été précieux ; qu'ils soient assurés de ma profonde gratitude.

Je ne saurais trop remercier mon ami Mohammed El Hdded El Oki pour sa disponibilité et son aide précieuse dans les interprétations statistiques.

Un grand MERCI à mes collègues et amis **HADDAD D., ACHOUR F., MAKHLOUF A., ABBAS K., BOULBINA.A, KAHL EL AIN R.**, pour leur soutien et grande disponibilité.

Que Mme **BOUHAFS F.**, et **HAMITI M.**, trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus chaleureux pour leur soutien moral tout au long des années de ce travail.

Merci bien entendu à ma femme **MALIKA** qui m'a soutenu et encouragé durant ce périple, elle m'a permis de surmonter les moments difficiles et de me dépasser. Merci aussi à mes enfants ; **SOUAD, AMEL, MAYA, SISSI, NANA, BRAHIM**, car c'est grâce à une partie du temps que je devais leur consacrer que ce travail a vu le jour. Je leur dit pardon et leur exprime toute ma reconnaissance

Une pensée respectueuse envers **TREES** qui ne manque pas à chaque fois que l'occasion se présente de m'apporter son soutien moral..

Je tiens à rendre hommage à mes défunts parents (MERE ET PERE) et mon frère aîné YAHYA pour leur attachement aux choses bien faites, à la patience et à la persévérance. Cette thèse est dédiée à leur mémoire

OUFFROUKH A.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE.1.	9
1. INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE	9
CHAPITRE.2	15
2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	15
2.1. GENERALITES SUR LES CEREALES	15
2.1.1. Présentation	15
2.1.2. EVOLUTION ET IMPORTANCE DE LA CEREALICULTURE	15
a. Evolution	15
b. Importance économique	16
2.1.3. ASPECTS AGRO-CLIMATIQUES	16
a. Les températures	17
b. Les précipitations	17
2.1.4. LES PRINCIPAUX PROBLEMES PHYTOSANITAIRES DES CEREALES	17
a. Les Bio agresseurs animaux	17
b. Les Nématodes	18
c. es Oiseaux	18
d. Les Rongeurs	18
e. Les Insectes	18
f. Les Micro bio agresseurs	18
g. Les Bactéries	18
h. Les Champignons	19
2.1.4.1. Les virus et maladies a virus des plantes	22
2.1.4.1.1. Les maladies à virus des céréales	22
2.1.4.2. Généralités sur les pucerons	27
2.1.4.2.1. Eléments de biologie et alimentation chez les Aphides	28
2.1.4.2.2 Transmission des Virus	30
➤ Virus non persistants	31
➤ Virus persistants	31
➤ Virus non persistants	31
2.1.5. EPIDEMIOLOGIE.	32
CHAPITRE.3	34
3. MATERIELS ET METHODES	34
3.1. Prospections	34
3.2. Diagnostics.	34
3.2.1. Diagnostic visuel.	34
3.2.2. Diagnostic sérologique	35
3.2.1.1. Les Techniques utilisées	35
3.2.2.1.1 La Technique immunoenzymatique (E.L.I.S.A.)	35
➤ Principe	35
➤ Réalisation du test Elisa	35
➤ Schéma du dispositif (protocole) utilisé	37
a. L'échantonnage	37
b. Les différentes étapes du test ELISA	38
➤ Conservation des échantillons	39
➤ Solutions, Tampons, Milieux, et Réactifs utilisés	39

a. Solution d'extraction des particules virales	39
b. Tampon phosphate : 0.1 M, pH 7.2	39
c. Tampon PBS (phosphate buffered saline, pH 7.4)	39
d. Solution de Lavage (PBS-Tween) pH 7.4 (Solution de lavage des plaquettes)	39
e. Solution d'adsorption des IgG (Coating buffer, pH 9.6)	39
f. Solution du conjugué (Conjugate buffer ; pH 9.8)	40
g. Solution de substrat (Substance buffer, pH 9.8)	40
h. Solution de broyage (PBS-Tween-PVP, pH 7.4)	40
i. Substrat de l'Enzyme.	40
3.3. Approche épidémiologique	41
3.3.1. Piégeage des pucerons et Dispositif mis en place	41
3.3.2. Relevés et identifications	41
3.3.3. Les transmissions	45
3.3.3.1. Les transmissions au laboratoire (pots)	45
3.3.3.2. Les transmissions au champ	48
3.3.4. Approche a l'étude de l'influence du BYDV sur le comportement de 12 cultivars et géotypes de blé soumis a un stress hydrique	49
CHAPITRE.4.	50
4. RESULTATS ET DISCUSSIONS	50
4.1. Prospections et identification (Symptômes au champ)	50
4.2. Epidémiologie	56
4.2.1. Etude de la dynamique des vols des populations aphidiennes	56
4.2.1.1. Captures globales.	56
4.2.1.2. Influence de la diversité spécifique des pucerons capturés sur la présence BYDV	63
4.3. Diagnostique sérologique	65
4.3.1. Identification du BYDV	66
4.3.1.1. Identification des Pathotypes PAV et MAV	66
4.3.1.2. Le Pathotype PAV	68
4.3.1.3. Le Pathotype MAV	69
4.3.1.4. Relation PAV et MAV	70
4.4. Les transmissions	71
4.4.1. Les transmissions au laboratoire (en pots)	71
4.4.2. Les transmissions au champ	75
4.4.2..1. <u>Facteurs hauteur</u>	76
➤ Cas de l'Orge :	76
➤ Cas du Blé dur	76
➤ Cas du blé tendre	76
4.4.2.2. <u>Facteur Rendements</u>	77
➤ Cas de l'Orge	77
➤ Cas du Blé dur :	77
➤ Cas du blé tendre	77
4.5. Approche a l'étude de l'influence du BYDV sur le comportement de 12 cultivars et géotypes de blé soumis à un stress hydrique	79
➤ <u>Cas du -Stress hydrique sans Virus</u>	79
➤ <u>Cas du – Stress hydrique avec Virus</u>	81
CONCLUSION GENERALE.	84
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	89
ANNEXES	97

LISTE DES TABLEAUX

Tableau .1 : répartition des superficies emblavées par espèce (ha)	10
Tableau.2 : Rendements par hectare et par espèces	11
Tableau.3 : Les principales bactéries phytopathogènes affectant les cultures des céréales (source cours de bactériologie INA 1993)	19
Tableau.4 : les principaux agents fongiques spécifiques aux céréales	20
Tableau.5 : Inventaire et importance des maladies du blé au MAGHREB	21
Tableau.6 : Principaux virus décrits sur céréales (source Cornuet P, 1987)	24
Tableau.7 : Classification des virus phytopathogènes en fonction de la durée du cycle de transmission par les aphides	30
Tableau.8 : quelques symptômes décrits sur céréales (blé orge) et graminées spontanées	50
Tableau.9 : Tableau.9. Parcelles prospectées (Espèces / Régions)	52
Tableau. 10 : Fréquences des différentes maladies observées dans les différentes régions d'étude par rapport à la totalité de parcelles prospectées par espèce de culture	52
Tableau.11 : Fréquences (%) des maladies observées dans les différentes régions d'étude par rapport à la totalité des parcelles prospectées	52
Tableau.12 : Fréquence et incidence du BYDV (VJNO) par espèce et par région.	53
Tableau.13 : Captures moyennes des espèces de pucerons ailés dans les régions d'étude (2000-2006)	57
Tableau .14 : Classes des moyennes mensuelles (%) des captures des pucerons selon les mois dans les régions d'étude	57
Tableau.15 : Matrice des Corrélations des pucerons capturés dans les régions d'étude	60
Tableau.16 : Corrélations des captures de pucerons avec les données climatiques	60
Tableau.17: Relevés des espèces de pucerons identifiées et leur importance dans les espèces de céréales	61
Tableau.18 : Captures moyennes (%) des espèces de pucerons ailés durant la période (2000-2006)	62
Tableau.19 : Indice de diversité de Shannon pour les pucerons capturés dans les différents sites.	64
Tableau.20: Corrélations de BYDV avec les données biologiques	64
Tableau.21 : Nombre total d'échantillons testés (2000-2006).	67
Tableau.22 : Réponses des différents sérotypes PAV et MAV vis-à-vis des différentes espèces (fréquences en nombre d'échantillons par espèces et régions ayant répondu positivement aux tests).	67
Tableau.23 : Réponses des différents sérotypes PAV et MAV vis-à-vis des différentes	67
Tableau .24 : Réactions des différentes variétés aux transmissions réalisées par RP, DN et SA.	72
Tableau .25 : Réactions des différentes variétés aux sérotypes PAV et MAV.	74
Tableau .26 : Valeurs de la teneur relative en eau(TRE) sans application du stress viral	75
Tableau .27 : Valeurs de la teneur relative en eau (TRE) avec application stress viral	80
Tableau.28 : Valeurs de la teneur relative en eau (TRE) avec application du stress viral	81

LISTE DES FIGURES

Figure.1 .Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie	9
Figure.2. Superficies emblavées par espèces (ML/Ha)	11
Figure.3. Rendements par ha et par espèce par espèces (2000-2006)	11
Fig.4. (a). Principaux groupes viraux des maladies des plantes	25
Fig.4. (b). Types de structures virales	26
Fig.5. Modes de transmission (D'après Dixon ,1973)	28
Figure.6. Ordre de grandeur de la durée de piqûre d'acquisition et de la période de persistance des virus transmis par vecteurs entomologiques	29
Figure.7. Pièces buccales des pucerons	30
Figure.8. Carte du circuit des prospections	34
Figure.9. Principe de la technique ELSA	36
Figure.10. Etapes et méthodes de la technique ELISA	36
Figure.11. Dispositif (Protocole) d'utilisation du test ELISA	38
Figure.12. Quelques caractères morphologiques pour la reconnaissance des aphides	42
Figure.13.Fréquence du BYDV par rapport à l'ensemble des maladies recensées	53
Figure.14. Fréquence du BYDV (VJNO) en fonction des régions	55
Figure.15. Fréquence du BYDV (VJNO) en fonction des espèces de céréales	55
Figure.16.Captures moyennes des pucerons (Toutes espèces confondues) par région d'étude	58
Figure.17.Captures moyennes globales des pucerons pour les périodes (2000-2006) par région d'étude	58
Figure.18. Captures totales par espèce de pucerons dans les différentes espèces des céréales (BD, BT, Orge)	58
Figure.19. Taux (%) de captures moyennes des pucerons dans les régions étudiées	59
Figure.20.Captures moyennes (%) des différentes espèces de pucerons par rapport aux espèces de cultures et à l'ensemble des espèces de pucerons	62
Figure.21.Indice de diversité de Shannon pour les cinq régions étudiées.	64
Figure.22.Relations biodiversité des pucerons capturés et le BYDV constatés sur le terrain	65
Figure.23.Réponses des sérotypes PAV et MAV vis-à-vis des différentes espèces dans les différentes régions d'étude.	68
Figure.24.Impact des Pathotypes PAV+MAV sue les différentes espèces et leur importance dans les régions d'étude.	68
Figure.25. Variations du Pathotype PAV dans les régions étudiées.	69
Figure.26. Variations du Pathotype MAV dans les régions étudiées.	70
Figure.27.Relation entre les deux Pathotypes identifiés	70
Figure.28.Incidence de la transmission du BYDV par les différentes espèces de pucerons étudiées	73
Figure.29 .Influence de la maladie (BYDV) sur les des différents espèces de céréales étudiées	74
Figure .30. Incidence des transmissions des pucerons étudiés sur la croissance en hauteur des espèces de céréales	76
Figure .31.Incidence des transmissions des pucerons étudiés sur le rendement des espèces de céréales	77
Figure.32. Variation de la teneur relative en eau (TRE) sans application du stress viral (VJNO) chez les génotypes étudiés	80
Figure .33.Variation de la teneur relative en eau (TRE) avec application du stress viral (VJNO) Chez les génotypes étudiés	81

LISTE DES PLANCHES

Planche.1. Quelques détails des caractères morphologiques distinctifs pour la reconnaissance des aphides	43
Planche.2. Reconnaissance des aphides (G.Remaudière et al. 1985)	44
Planche.3. Les différentes étapes suivies pour l'acquisition du virus (Méthode « cut leaf » ; Rochow., 1997)	46
Planche.4. Les différentes étapes suivies pour l'inoculation	47
Planche.5. Symptômes de BYD V rencontrés sur terrain au cours des prospectons	51
Planche.6. Symptômes de BYDV induits après inoculation	72
Planche.7. Premiers symptômes de JNO, induits après inoculations sur parcelles expérimentales	78
Planche.8. Symptômes de BYDV induits après inoculations sous Régime hydrique (S2 +virus)	83

LISTE DES ABREVIATIONS

FAO : Organisation des nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
PLRV : Potatoe leaf roll virus (virus de l'enroulement de la pomme de terre)
ELISA : Enzyme linked Immunosorbent assay (Dosage d'immuno absorption par enzyme liée)
DO : Densité Optique
Nm : Nanomètre
IgG : immunoglobulines G ce sont les protéines qui agissent dans la défense de l'organisme.
PAV, MAV, RPV : *Différentes souches de VJNO ; il existe différentes souches de virus chacune adaptée à la transmission par une espèce de puceron : La souche PAV est transmise par (RP), alors que la souche (MAV) est transmise par (ME « avenæ »)*
BD, BT: *Espèces de blé ; (Blé dur : Blé tendre)*
Oid : *Oidium*
Sept. : *Septoriose*
Helm.gr. : *Hélmintosporium gramineum*
Helm.ter : *Hélmintosporium terès*
Pyr, tr. *Pyrénophora Tritici*
Fus. : *Fusarium*
R.j : *Rouille jaune*
R, br. : *Rouille brune*
Ch.nu : *Charbon nu*
Mos. : *Mosaïque*
MP : *Myzus persicae*
ME : *Macrosiphum euphorbiae*
AF : *Aphis fabae*
AC : *Aphis craccivora*
AP : *Acyrtosiphon pisum*
AN : *Aphis Nasturii*
RP : *Ropalosiphum padi*
RM : *Ropalosiphum maidis*
SA : *Sitobion avenæ*
SG : *schisaphis graminum*
MD : *Métopolophium dirhodum*
DN : *Duariphis noxia*
F : *test F de Fisher*
P : *probabilité*
r : *Coefficient de Signification*

1. INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE

Les céréales sont d'une grande importance et occupent une place prépondérante dans la production mondiale qui est de l'ordre de 02 milliards de tonnes environ (Pastre et Roa ; 1993 ; Multon ,1982). Selon Apperit (1985), elles représentent dans les pays pauvres environ 75% des apports de calories nécessaires par personne.

Les céréales constituent la composante principale des productions végétales en Algérie, elles couvrent près de 80% de la surface agricole utile (SAU) et intéressent la presque totalité des exploitations agricoles. La superficie céréalière nationale est actuellement d'environ 3,7 millions Ha (MADR, 2005), dont plus des deux tiers de ses surfaces sont situés à l'intérieur du pays (Belaid, 1986 ; Feliachi, 2002), pratiquement dans toutes les régions des hauts plateaux situées dans les zones semi-arides et sub-humides (isohyète 300 à 450 mm) et des grandes plaines intérieures littorales et sub-littorales (isohyète 450 à 600 mm) (Fig.1.).

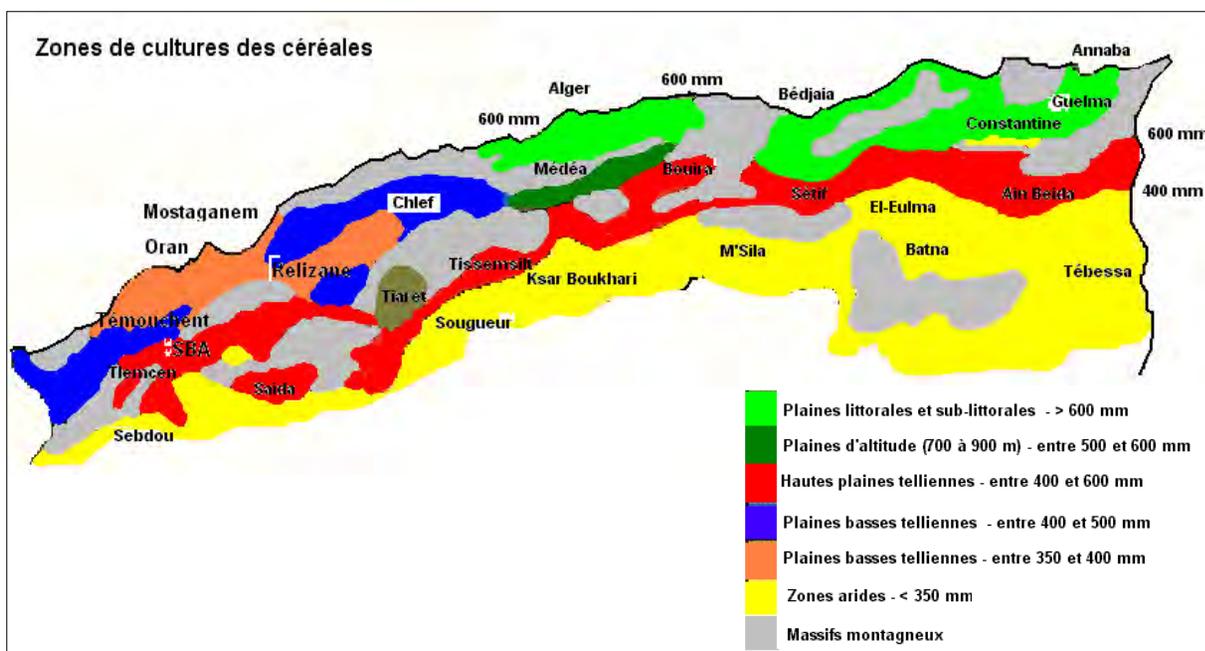


Figure 1. Carte schématique représentant les zones céréalières de l'Algérie
Source : (Belaid, 1986)

L'orge, le blé dur et le blé tendre occupent à eux seuls 97.60 % de la superficie totale, alors que 2,40 % seulement représente la surface occupée par l'avoine (MADR, 2006) ; malgré les énormes progrès enregistrés dans la productivité, ceux-ci ont permis d'améliorer les variétés, la fertilisation et d'assurer une meilleure Protection.

Les productions céréalières en Algérie demeurent toujours irrégulières et semblent être étroitement liées à un certain nombre de facteurs tant abiotiques (irrégularité dans les précipitations pluviales, techniques agricoles; etc.) que biotiques (potentiel génétique, maladies, ravageurs, etc.).

Examinés sur la période allant de 2000 à 2006 l'évolution des productions des céréales est consignée dans le tableau.1, figure.1, et le tableau .2 ; figures.2 et, 3, (MADR, 2006). Une légère hausse des emblavures (3,6%) enregistrées par rapport à l'année (2005) et de 2,7% par rapport à la moyenne (2000-2006), a touché particulièrement l'Orge (9,21%) et le blé tendre (3,27%) contrairement aux soles réservées au blé tendre et à l'avoine qui ont respectivement régressées de (-2,94%) et (-0,84%). Dans l'ensemble, les productions céréalières sont passées de 35 250 465 Qx en 2005 à 40 128 100 Qx en 2006 soit un accroissement de 13,84 % par rapport à l'année 2005 et 17,78 % par rapport à la moyenne (2000-2006)

Tableau .1. Répartition des superficies emblavées par espèce (ha)
(Source MADR/2005 et 2006)

Culture	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	Moyenne (2000-2006)
Blé dur	419 040 1	350 740 1	321 580 1	372 495 1	314 949 1	357 987 1	356 132
Blé tendre	834 760	813 770	812 510	808 750	721 248	700 066	781 851
Orge	872 080	894 900	833 510	1 029 000	1023414	1 117 715	961 770
Avoine	58 910	71 400	77 500	80 547	91 696	90 922	78 496
Total	3 184 790	3 130 810	3 045 100	3 290 792	3 151 307	3 266 690	3 178 248

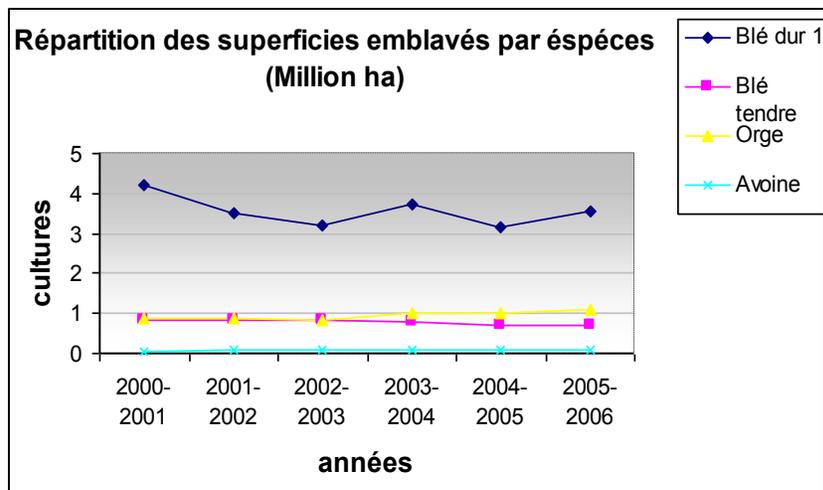


Figure.2. Superficies emblavées par espèces (ML/Ha)

Tableau .2. Rendements par hectare et par espèces

Cultures	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	Moyenne 00-06
Blé dur	11,1	11,7	14,2	15,3	15,02	15,2	14
Blé tendre	11,1	9,4	14,9	10,4	15,1	14,73	13
Orge	11,1	10,4	15,6	13,2	15,1	15,21	13
Avoine	8,8	7,5	10,9	12	12,6	11,9	11
Total	11,1	10,6	14,7	13,4	15	15,02	13

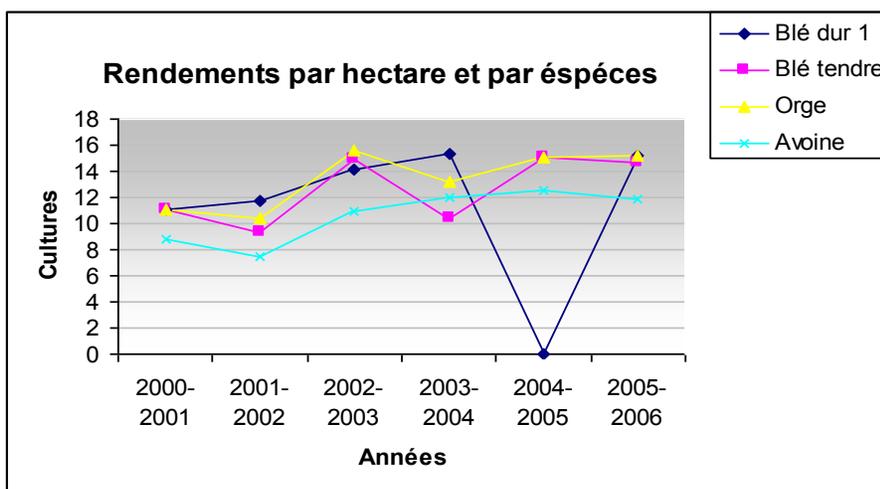


Figure.3. Rendements par ha et par espèce par espèces (2000-2006)

Aussi, la production demeure toujours irrégulière et en deçà des besoins malgré de légères hausses des rendements relevés par hectare et par espèces; les rendements moyens des céréales au niveau national restent encore en dessous des espérances et varient entre 13Qx / ha pour les orges et 13,5 Qx / ha pour les blés (Tab.2 ; Fig.3).

Parmi les principales causes de ces faibles performances, les problèmes phytosanitaires, occupent une place particulièrement importante. En moyenne au niveau mondial, malgré la protection des cultures 42,54% de la production est perdue. Cette perte est due pratiquement pour une part égale, aux maladies de (13,5%), (Oerke et al, 1994), par ailleurs, selon la FAO (2005) ces pertes seraient plus prononcées dans les pays en voie de développement et en Afrique

.Aussi et rien que pour les céréales, il est rapporté des pertes se montant chaque année à environ 135 millions de tonnes de grains, ce qui représente à peu près la moitié de la production mondiale en blé (Cramer, 1967). Les blés et les orges représentent à eux seuls plus de 10 % des pertes globales occasionnées sur toutes les cultures.

Par ailleurs, 30% de la production agricole de l'Algérie sont perdus sous l'effet d'agents nuisibles (Guendez, 2008). Ainsi, en Algérie, les céréales peuvent être attaquées par de nombreuses maladies et à différents stades de leur cycle de développement. Ces attaques occasionnent des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables.

Les investigations effectuées au cours des dix dernières années dans certaines régions céréalières potentielles de l'Est de l'Algérie (Constantine, Mila, Guelma, Annaba, S/Ahras, El Tarf) indiquent les risques de développement épidémiques de certaines maladies cryptogamiques (*Rouille jaune, Helminthosporioses, Septorioses*, etc..), si des mesures adéquates de prévention et d'intervention ne sont pas prises à temps (Ouffroukh. A., 2008 ; Ouffroukh.A ., 2006).

Les pertes de récoltes qui en découlent sont estimées à plus de 40% pour les *Rouilles* et *Septorioses*, se situent autour de 25-35% pour les caries et les charbons (Sayoud. R., 1987).

En années favorables la *Rouille jaune*, peut prendre des ampleurs épidémiques et anéantir des récoltes entières. Cette dernière s'est manifestée au cours de la campagne 2003/2004 sur l'ensemble des régions de l'Est et les pertes des récoltes ont été très endommageantes pour les agriculteurs (Ouffroukh. A., 2008 ; Ouffroukh.A., 2006 ; B.Bahri., M.Leconte, A.Ouffroukh, C. De Vallavieille-Pope, J. Enjalbert, 2009).

Les maladies virales quant à elles, sont en train de prendre de l'extension. Ainsi, le Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV.) ou (VJNO) a été signalé dans plusieurs régions céréalières prospectées et sur plusieurs espèces (blés dur, blés tendre et orges) ; il constitue actuellement une maladie qui prête à inquiétude pour nos céréales (Sayoud. R., 1987 ; Plumb. R.T., 1984 ; El Yamani. M., 1998 ; Boubetra. S., et Mohamedi.F., 1998.) . Cette maladie, peut constituer l'un des facteurs limitant du développement de la culture des céréales en Algérie.

La fréquence de la maladie varie annuellement de 8% à 18% selon la région mais elle est rencontrée aussi et globalement sur les différentes espèces à des taux allant de 8% à 28%.(Ouffroukh. A., Khelifi. D., Dehimet.L., 2010). L'étude de cette maladie est encore à ses débuts en Algérie et très peu de travaux lui sont consacrés et rapportés à ce jour, à notre connaissance ; ce qui nous amena tout naturellement à nous y intéresser dans le présent travail qui prend place dans une activité consacrée à l'effort d'intensification de la production, en s'inspirant amplement des préoccupations les plus urgentes du pays en matière de Phytoprotection contre les maladies et plus particulièrement contre les affections virales.

A ses débuts ce travail consistait en une approche sur le terrain qui nous a conduit à examiner et à reconnaître cliniquement l'origine d'une affection de type virale qui sévissait sur différentes espèces de céréales (Blé dur, Blé tendre, et Orge) comme du BYDV ou VJNO, communément appelé Virus de la jaunisse nanisante de l'orge.

La décoloration des feuilles, le rabougrissement et la stérilité partielle ou complète des épis ou des épillets constituent les symptômes couramment rencontrés.

En raison de la fréquence dans l'espace, de l'intensité des symptômes observés, de l'incidence de l'affection sur les cultures, et la présence d'une forte activité ophidienne nous fûmes amenés à nous poser nombre de questions :

- S'agit-il du VNO ?
- De quels Pathotypes s'agit-il ?
- quels sont le ou les vecteurs possibles ?
- quels sont les principaux facteurs épidémiologiques Favorables ?
- quelles stratégies de lutte adopter ?

Autant de questions auxquelles nous essayerons de répondre par le présent travail qui se fixe donc comme objectif principal d'apporter une contribution à la connaissance des maladies, notamment virales s'attaquant aux cultures de céréales, particulièrement le BYDV ou VJNO à travers les travaux de recherches réalisées durant six années dans cinq régions de l'Est de l'Algérie, où seront abordés :

- 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. Des sérotypes anti- PAV, MAV et RPV d'origine Sanofi ont été utilisés.
- Une approche épidémiologique avec l'étude de la dynamique des populations aphidiennes (espèces de pucerons) rencontrés dans les différentes régions visitées en précisant l'importance de leurs activités et de leur incidence sur la présence de la maladie dans les cultures.
- Une approche à une perspective de lutte contre les maladies à virus de stylets reposant essentiellement sur la parfaite connaissance du ou des pathogènes visés, de leur épidémiologie dans les conditions environnementales déterminées ainsi que la recherche des sources de résistances.

La thèse s'articulera donc autour de quatre chapitres principaux : Le chapitre 1 examinera les diverses problématiques et enjeux qui ont donné naissance à ce projet. Le chapitre 2 comportera une revue bibliographique générale. Le chapitre 3 traitera de la méthodologie générale appliquée au cours de ce travail, enfin Le chapitre 4 exprimera les résultats répondant aux objectifs spécifiques, suivis d'une conclusion générale.

2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Généralités sur les céréales

2.1.1. Présentation.

On entend par céréales, l'ensemble des plantes cultivées en vue d'obtention de graines à albumen (Belaid.; 1986). Les céréales, telles que le blé, l'orge, l'avoine et le seigle sont des monocotylédones (plantules à un seul cotylédon) ; elles appartiennent à la grande famille des poacées qui ont la particularité d'avoir des fleurs hermaphrodites, sans calice et sans corolle développée. Le fruit communément appelé grain est un caryopse nu (Blé, Seigle) ou pouvant être, selon les espèces cultivées, vêtu ou nu (Orge, Avoine), généralement classées en différents genres ; Triticum (Blé), Hordeum (Orge), Avenae (Avoine), Secale (Seigle) (Rapilly., Lemaire et Cassini.; 1971).

Les céréales sont principalement cultivées pour leurs grains (alimentation humaine et animale), pour leur paille (litière, fumier,) et pour la récolte en vert (en feuille ou en épis), cas de l'orge en Algérie, en culture pure ou en association avec une légumineuse (vesce avoine ou vesce orge) (Belaid.; 1986). La composition de leur grain est cependant variable et assez caractéristique : 85 à 87 % de matière sèche, 7 à 12 % de protéines, 2 à 5 % de matières grasses, 60 à 85 % de glucides et 0,8 à 3 % de matières minérales (Anonyme., 1981).

De plus, les grains des céréales sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire et les brasseries : Blé dur (pâtes alimentaires, couscous), Blé tendre (farine pour panification), Orge (brasserie, alimentation animale), Avoine (alimentation animale) (Belaid., 1986).

2.1.2. Evolution et importance de la céréaliculture.

a. Evolution

La culture des céréales est très ancienne, puisque l'on constate les traces de blé, de seigle dès le néolithique et la plupart des civilisations se sont développées autour de la culture d'une céréale (Bonjean A, Picard E, 1991 ; Anonyme., 1981).

En Algérie, les travaux de Laumont s'appuyant sur l'archéologie, l'histoire et la phylogénie indiquent que les céréales ont dû être cultivées depuis fort longtemps, ce qui a permis aux agriculteurs d'en faire un usage alimentaire traditionnel (Benbelaid., 1991).

b. Importance économique

Malgré les énormes progrès enregistrés dans la productivité qui ont permis d'améliorer les variétés, la fertilisation et d'assurer une meilleure protection ; les productions céréalières en Algérie demeurent toujours irrégulières et semblent être étroitement liées à un certain nombre de facteurs dont l'un des principaux est d'ordre phytosanitaire.

Aussi l'importance des pertes provoquées par l'action des parasites sur les céréales est extrêmement difficile à apprécier. Les réductions de rendement causées par les maladies et ennemis naturels des céréales ont permis d'enregistrer à travers le monde des pertes annuelles de l'ordre de 135 millions de tonnes (Cramer, 1967). Les blés et les orges représentent à eux seuls plus de 10 % des pertes globales occasionnées sur toutes les cultures. Ces aspects sont beaucoup plus prononcés dans les pays en voie de développement que dans les pays développés.

En Algérie, bien qu'il n'existe pas encore d'estimations statistiques des pertes, celles-ci sont certainement très conséquentes. Par ailleurs le blé à toujours été au cœur d'enjeux politiques, économiques et sociaux de premier rang. Il occupe une position stratégique parmi les grands produits alimentaires mondiaux en s'exprimant de façons multiples selon l'utilisateur.

Ainsi l'agriculteur parlera de rendement, variété, fertilisation, protection phytosanitaire et qualité de récolte ; l'industriel parlera de matière première à l'origine de produits industriels alors que le consommateur parlera plutôt de qualité des produits fabriqués à partir du blé

2.1.3. Aspects agro-climatiques

Les températures et les précipitations sont les principales caractéristiques influants sur la culture des céréales. (Belaid., 1986).

a. Les températures

Elles interviennent surtout au niveau de la plante, par leurs valeurs absolues (gelées ou coups de chaleur), mais aussi par leurs valeurs relatives (amplitudes). Les gelées sont surtout à craindre pendant la phase de formation de l'épi généralement sur les variétés précoces et normales.

Les fortes chaleurs (sirocco) constituent également un phénomène important et son effet d'échaudage est particulièrement redoutable surtout à l'époque de la formation du grain (remplissage), (Riou C, 1993 ; Debaeke P, Cabelguenne M, Casals ML, Puech J, 1996).

b. Les précipitations

La répartition très irrégulière des précipitations au cours de l'année constitue également un facteur limitant pour une bonne production des céréales. Un déficit enregistré au moment des seuils critiques (Mars- Avril) compromettrait gravement la production de l'année (Engleddow FL, Wadham SM., 1923 ; Baldy, Ch., 1974 ; Riou C, 1993 ; Nasraoui B, 1996.). Par ailleurs notons que l'aire de culture des céréales en Algérie est constituée par cinq (05) grandes zones agro climatiques distinctes (Fig.1).

2.2. Les principaux problèmes phytosanitaires des céréales.

Il est actuellement bien établi que les principaux facteurs intervenant directement et dans une large proportion dans la baisse des rendements des céréales sont essentiellement d'origine (biotique) animale et végétale (Agrios G.N. ,1997 ; Agrios G.N. ,2005 ; Lepoivre P., 2003 ; Hamadache, A. ; .Ait Abdelah, F. ; Ladada. M., 1998).

a. Les Bio agresseurs animaux

Il s'agit généralement d'insectes, de nématodes, d'oiseaux et de rongeurs, pouvant entraîner des dépréciations plus ou moins importantes sur les cultures (Bakour et Bendifallah., 1990).

➤ **Les Nématodes.**

Parmi les nématodes phytophages des céréales *Anguina tritici* et *Heterodera avenae* Woll, sont les plus connus et les plus communs. Ils s'attaquent respectivement aux grains et aux racines. (Bakour et Bendifallah.; 1990).

➤ **Les Oiseaux.**

Ils sont spécialement à régime granivore, leurs dégâts peuvent être causés sur champ et même jusqu'au sein d'entrepôts, toutefois leurs attaques sur les champs peuvent être très graves. (Bakour et Bendifallah.; 1990).

➤ **Les Rongeurs.**

Ils peuvent être très nuisibles. En Chine plus de 33 millions d'hectares sont chaque année la proie des rongeurs. En Algérie les dégâts sont estimés de 5 à 10 p. cent de la production totale des céréales. (Bakour et Bendifallah.; 1990).

➤ **Les Insectes.**

Les principaux insectes susceptibles de s'attaquer aux céréales sont fort nombreux et appartiennent à divers ordres entomologiques : homoptères (punaises des céréales, pucerons), orthoptères (sauterelles ; sauteriaux), lépidoptères (mineuses, tordeuses) etc.

b. Les Micro-bioagresseurs

➤ **Les Bactéries**

Ce sont des pathogènes très courants sur les cultures, dans les matières organiques en décomposition et dans le sol. (Tab. 3).

Tableau. 3. Les principales bactéries phytopathogènes affectant les cultures des céréales
 Source : (Cours de bactériologie INA 1993).

Maladies	Symptômes	Agent causal
Maladies à <i>Pseudomonas</i>	Nécrose bactérienne des céréales	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> . <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>strafaciens</i>
	Nécrose bactérienne de l'avoine	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronofaciens</i>
	Pourriture basale des glumes	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>
Maladies à <i>Xanthomonas</i>	- Rayure bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>translucens</i>
Maladies à <i>Clavibacter</i>	- Brûlure du blé	<i>Clavibacter tritici</i>
	Gombose bactérienne des graminées	<i>Clavibacter rathayi</i>
	Mosaïque bactérienne du blé	<i>Clavibacter michigenensi</i> subsp. <i>Tessellarius</i>

➤ Les Champignons.

Les champignons sont des micro-organismes. La plupart d'entre elles existent sous forme de mycélium composé de cellules larges avec des parois chitineuses et des organes bien spécifiques (B.Nasraoui., 2006 ; Lepoivre P., 2003). Presque tous les champignons se reproduisent par des spores (forme imparfaite ou asexuée) soit se reproduisent sexuellement (forme parfaite). Les champignons sont adaptés à survivre à l'air, dans le sol et dans l'eau.

Il existe environ plus d'un millier d'espèces inféodées aux végétaux et aux animaux, et dont certaines peuvent être hautement spécialisées. D'autres, non spécifiques peuvent s'attaquer à d'autres espèces de végétaux ou d'animaux.

La plupart des champignons pathogènes sont des saprophytes facultatifs capables de croître sur cultures ou sur tissus de plantes mortes ; d'autres sont des parasites obligatoires qui existent seulement en association intime avec des plantes vivantes (B.Nasraoui., 2006 ; Weise, M.V, 1987).

La plupart des maladies (environ 80 %) des plantes cultivées, sont dues aux champignons microscopiques, ces derniers détruisent chaque année une bonne partie (environ ¼) des récoltes mondiales (B.Nasraoui., 2006 ; Lepoivre P., 2003 ; Geigy et al. 1985).

Les principaux agents fongiques spécifiques aux céréales sont résumés dans le (Tab. 4). Dans le tableau n°5, nous citerons les principales maladies des céréales et leur importance rencontrées dans le Maghreb.

Certaines maladies provoquent des fontes de semis, d'autres par contre se manifestent à partir de la montaison où même à l'épiaison alors que d'autres d'origines virales se manifestent de manière insidieuse.

Tableau. 4. Les principaux agents fongiques spécifiques aux céréales
(Source : Rappily et al. 1971.)

Maladies	Agent causal
Les Rouilles	- Agent de la rouille noire ; rouille des tiges : <i>Puccinia graminis</i> . PERS - Agent de la rouille jaune ; rouille des glumes : <i>Puccinia striiformis</i> . W.
Les Charbons	- Agent du charbon couvert de l'orge : <i>Ustilago hordei</i> (PERS) LAGERM - Agent du charbon nu de l'orge : <i>Ustilago nuda</i> (JENS) ROTR
Les Caries	- La carie commune : <i>Tilletia caries</i> (D.C) TUL. - La carie lisse : <i>Tilletia foetida</i> (WALLR) URO. - La carie naine : <i>Tilletia brevipaciens</i> G.W FISH.
Les Septorioses	- Agents des fontes de semis sur blé : <i>Septoria nodurum</i> BERK. - Agents des fontes de semis d'avoine : <i>Septoria tritici</i> ROB et DESM. - Agent des fontes de semis sur orge : <i>Septoria avanae</i> FRANK, <i>Septoria passerinii</i> SACC
Les Piétins	- Agent du Piétin-Verse : <i>Cercospora herpotrichoides</i> FRON - Agent du Piétin-échaudage : <i>Ophiobolus graminis</i> SACC
L'Oidium	- Le blanc : <i>Erysiphe graminis</i>
L'Helminthosporiose	- Agent de l'helminthosporiose de l'orge : <i>Helminthosporium teres</i> SACC - Agent de l'helminthosporiose du blé, orge :et avoine : <i>Helminthosporium gramineum</i> . RAB0 = <i>Drechslera graminea</i> , <i>Helminthosporium tritici Repentis</i> , <i>Helminthosporium sativum</i> P.K.B.
Le Rhizoctone	- Agent de la rhizoctone sur blé, orge et avoine : <i>Rhizoctone solani</i> KUHN
La Rhynchosporiose	- Agent de la Rhynchosporiose sur orge et seigle : <i>Rhynchosporium secalis</i> (OUD)

Tableau.5. Inventaire et importance des maladies du blé au Maghreb
(Sayoud.R. , et al, 1999).

Maladie	Agent pathogène	Importance					
		Maroc		Algérie		Tunisie	
		BT	BD	BT	BD	BT	BD
Charbon nu	<i>Ustilago tritici</i>	-	-	-	-	-	-
Carie	<i>Tilletia caries</i> et <i>Tilletia foetida</i>	+	-	+	-	-	-
Charbon des feuilles	<i>Urocystis agopyri</i>		-		-		-
Pourritures Racinaires	<i>Cochliobolus sativus</i> ; <i>Fusarium culmorum</i> <i>F. Graminearum</i>	+	+	-	-	-	-
Piétin échaudage	<i>Gaeumannomyces. graminis</i> var. <i>graminis</i>	-	-	-	-	-	-
Septorioses	<i>Septoria tritici</i>	++	-	-	++	-	++
Oïdium	<i>Erysiphe graminis</i> f. sp <i>tritici</i>	-	-	-	-	-	+
Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>	+	++	+	+	-	+
Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>	-	-	+	-	+	-
Rouille noire	<i>Puccinia graminis</i> f sp. <i>tritici</i>	-	-	-	-	-	-
Tache Helminthosporienne	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	+	+	-	+	-	+
Virus	<i>BYDV</i>	++	++	+	+	+	

Dans tous les stades de développement et dans tous les environnements naturels, les plants des différentes céréales sont sujets à des mécanismes variés, physiologiques, et de stress biologiques qui interfèrent avec le développement et la croissance normale.

Les principaux agents biologiques causant les maladies du blé sont : les champignons, les virus, les bactéries et les nématodes ; ces agents sont des parasites provoquant des maladies infectieuses transmissibles d'une plante à une autre.

Les blés et orges peuvent être attaqués par un grand nombre de maladies économiquement importantes. Environ cinquante (50) maladies ont été décrites, parmi lesquelles les viroses occupent une importance majeure dans le monde (Weise, M.V, 1987), et dans le Maghreb (M.El Yamani, 1992 ; Sayoud, R., et al, 1999).

2.3. Les Virus et maladies à virus des plantes

Les maladies à virus des plantes sont la cause des pertes considérables de la production agricole mondiale. Les virus occasionnent chez les plantes des maladies persistantes et incurables. Elles sont généralement à manifestation insidieuse ; leurs attaques se manifestent dans la plupart des cas par une décoloration du feuillage, un nanisme, parfois dessèchement et mort des plants.

Leurs symptômes varient avec l'environnement ; elles sont très sensibles à l'influence du milieu ; la nutrition l'éclairage, la température et l'hygrométrie interviennent indépendamment ou en complexe pour modifier les symptômes. Les causes de variations des symptômes sont donc multiples et si, pour une plante présentant des symptômes le simple examen visuel est suffisant, par contre une plante sans symptôme ne peut être considérée comme saine que si des tests appropriés à la recherche des virus ont été effectués avec soin

L'Epidémiologie des maladies à virus est aussi influencée par la persistance de l'infection .Pour les virus humains (Ex : Grippe), la souche ne peut se maintenir dans la nature que si elle trouve toujours de nouveaux individus sains à infecter, les individus contaminés et guéris, deviennent résistants pour un certain temps ; l'épidémiologie s'épuise assez vite. Par contre, le végétal malade reste une source de virus toute sa vie et l'épidémie se perpétue sans risque de s'éteindre. Aussi les méthodes de diagnostic font l'objet, depuis une trentaine d'années de recherches et d'améliorations constantes ; elles sont aujourd'hui à la base de toute lutte contre les maladies à virus. (Cornuet.P., 1987).

2.3.1. Les maladies à virus des céréales

Les céréales sont sujettes aux viroses, depuis fort longtemps mais l'incidence économique de ces maladies a pris de l'importance ces dernières années, surtout pour celles qui se transmettent par des vecteurs (pucerons) tels : le BYDV ou VJNO, ou bien (Cicadelles) telle : le virus de la mosaïque striée du blé. L'extension septentrionale de la culture du maïs a augmenté les populations (Tab.6) des pucerons des céréales dans les zones à Blé et le Maïs peut servir de pont et de réservoir pour les virus. (Cornuet P., 1987).

Plusieurs virus sont susceptibles d'affecter les récoltes des céréales, notamment ; le virus de la jaunisse nanisante de l'Orge (VJNO) ou (BYDV), avec toutes ces variantes BYDV-MAV, BYDV-PAV, BYDV-RMV, BYDV-SGV, BYDV-GPV, le virus du nanisme du blé (WDV), le streak mosaic virus du blé (WSMV), le virus de la mosaïque du blé ,virus transmis par le sol (VMB) (Mc- Kirdy et al.2002 ; Conti et al. 1990 ; Makkouk et al. 1990; McKirby et Jones, 1997; Rochow 1969).

Parmi ces maladies le virus de la jaunisse nanisante (VJNO) de l'Orge est rapporté comme la maladie la plus répandue et la plus préjudiciable sur les cultures de céréales dans le monde (Havener RD., 1984). Le virus du VJNO est un représentant type des luteovirus (Fig.3. (a), (b)) renfermant une molécule d'ARN simple brin qui porte 5 à 6 cadres ouverts de lecture (ORF). Le virion est un polyèdre isodiamétrique qui peut mesurer de 20 à 24 nanomètres de diamètre et dont le poids moléculaire est de l'ordre de 2.106 daltons (Rochow WF. (1970).). Son cryptogramme est :

R / 1; 2 / 28; S / S; S / AP.

avec les différents termes représentant ;

- Le type d'acide nucléique / le type de chaîne ;
- Le poids moléculaire de l'ARN / son pourcentage dans la particule infectieuse ;
- La forme du virion / forme de la nucléocapside ;
- Les plantes hôtes / les vecteurs naturels.

Les *Luteoviridae* se caractérisent par leur restriction aux tissus phloémiens de la plante hôte, tissus constitués par les cellules compagnes, les cellules du parenchyme du phloème et les tubes criblés (Esau K, Hoefert LL.1972).

Les virions circulent dans le système sanguin et la salive de l'insecte lorsqu'ils sont transmis à la plante. ces virions se multiplient très rapidement et engendrent diverses symptômes de type jaunisses d'où le nom de luteovirus (du latin *luteus* = jaune) (Derrick PM, Barker H, 1997 ; 35.V. Brault, E. Herrbach, S. Hauser, O. Lemaire, 2001 ; Shepherd et al. 1976 in C.A. Saint-Pierre, A. Comeau ,1989).

Tableau.6. Principaux virus décrits sur céréales
Source : (Cornuet.P. ,1987)

Maladie	Nom du Virus	Plantes Hôtes	Réservoir du virus	Vecteurs
Mosaïque nanisante ou jaunisse nanisante de l'orge	BYDV/VJNO	Orge, Blé, Avoine, Seigle, Mais	Graminées fourragères, et sauvages, resemis des céréales	<i>R.padi</i> , <i>S.avenae</i> , <i>M.dirhodum</i> (Pucerons)
Mosaïque jaune de l'orge	BYMV	Orge	<i>Polymyxa graminis</i>	<i>Polymyxa graminis</i> (Champignon)
Mosaïque jaune du blé	WYMV	Blé	<i>Polymyxa graminis</i>	<i>Polymyxa graminis</i> (Champignon)
Mosaïque de l'avoine	OMV	Avoine	<i>Polymyxa graminis</i>	<i>Polymyxa graminis</i> (Champignon)
Mosaïque (commune) du blé	WSBMV	Blé	<i>Polymyxa graminis</i>	<i>Polymyxa graminis</i> (Champignon)
Stries de l'avoine	OBBSV	Avoine	<i>Polymyxa graminis</i>	<i>Polymyxa graminis</i> (Champignon)
Mosaïque nanisante du Mais	MDMV	Mais	Sorgho (d'Alep)	<i>R.padi</i> , <i>R.maidis</i> (Pucerons)
Mosaïque striée du blé	WSMV	Blé	Resemis des céréales	<i>Eryophiès tulipae</i> (Acarien)
Stries chlorotiques du blé	WCSV	Blé	Blé, Agropyrum	<i>Laodelphax striatellus</i> (Cicadelle)
Maize Rough Dwarf	MRDV	Mais	Digitaire, Echinochloa	<i>Laodelphax striatellus</i> (Cicadelle)
Mosaïque striée de l'orge	BSMV	Orge, Blé	Graine	Pollen, Ovule
Mosaïque du Mais	MMV	Mais	Digitaire, Cynodon dactylon	<i>Pérégrinus maidis</i> (Cicadelle)
Marbrure chlorotique des céréales	CCMV	Céréales	Avoine,(graminis spontan)	<i>Cicadulina bipunctella</i> (Cicadelle)
Mosaïque jaune striée de l'orge	BYSMV	Orge, Blé	Resemis des céréales	<i>Laodelphax striatellus</i> (Cicadelle)
JNO+ Mosaïque du Brome	BYDV+WYMV	Céréales	Resemis des céréales	Pucerons

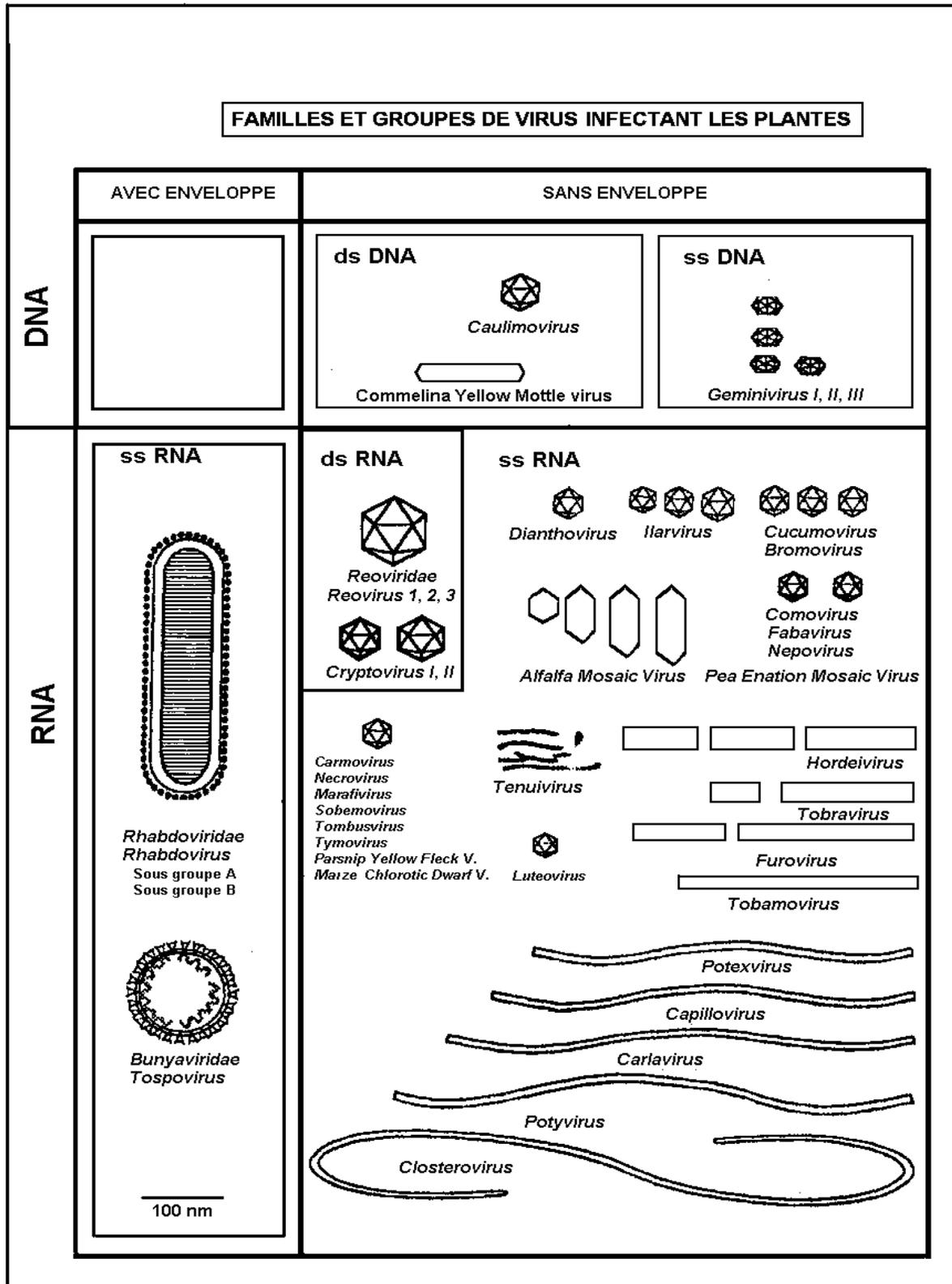


Figure.4(a). Principaux groupes viraux des maladies des plantes

(D'après MATHIEWS, 1985 in CORNUET. P, 1987.)

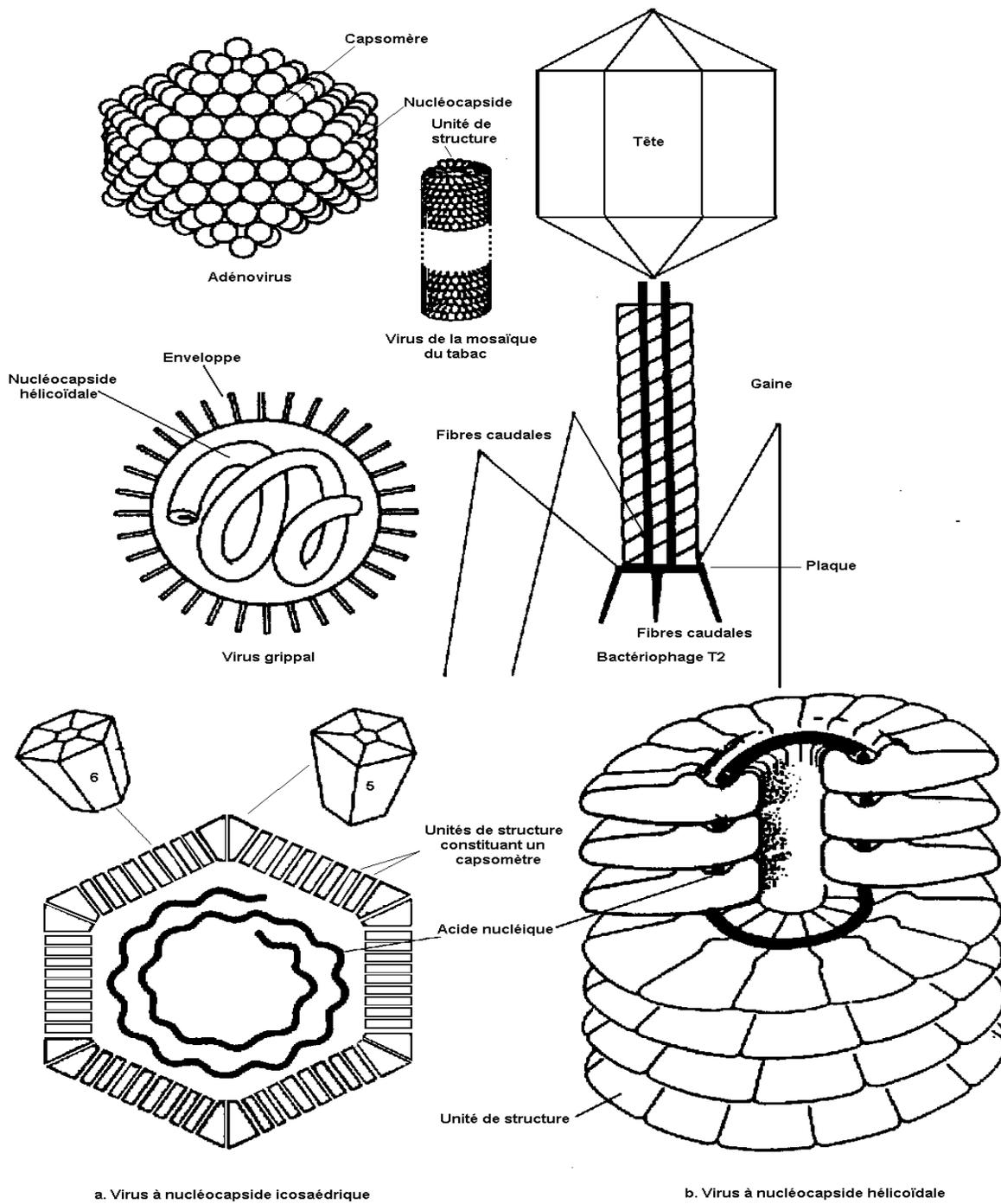


Figure.4(b). Types de structures virales
(D'après MATHIEWS, 1985 in CORNUET. P., 1987)

Chez les plantes cultivées, l'infection causée par un membre des *Luteoviridae* se manifeste par une symptomatologie relativement variée. Dans beaucoup de cas, le limbe des feuilles s'épaissit et prend une coloration jaune plus ou moins marquée, d'où le nom de luteovirus (du latin *luteus* = jaune).

Les céréales infectées par un membre du complexe BYDV/CYDV montrent un nanisme, dû à la réduction des entre-nœuds, et développent un jaunissement ou un rougissement selon leur espèce et leur variété (D'Arcy C.J., 1995)

Les hôtes du VJNO se retrouvent sur toutes les céréales, on les trouve également sur plus de cent espèces de graminées fourragères et sur diverses mauvaises herbes, ce qui explique d'ailleurs la distribution géographique mondiale du VJNO par la diversité des hôtes de ce virus (Braehl G.W., 1961).

2.3.2. Généralités sur les pucerons

Il est actuellement admis que 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. Les pucerons sont des insectes appartenant à la famille des Aphididae et à l'ordre des Homoptères.

Au moins quatorze espèces d'aphides sont capables de transmettre le virus du VJNO ou BYDV avec, une plus ou moins grande efficacité (Meyer, 1989). Ainsi, il est rapporté par plusieurs auteurs que *Ropalosiphum padi*, est l'espèce la plus efficace de par sa grande capacité vectrice, une multiplication rapide et sa large distribution géographique (Lindsten K., 1977 ; Comeau A., 1989 ; Halbert S.E., Connelly B.J., Lister R.E., Bishop G.W., 1992).

L'intérêt qui leur est porté est dû non seulement aux dégâts directs qu'ils occasionnent sur les cultures, mais également à leur capacité de transmettre grâce à leurs pièces buccales (Fig.5(a) (b), Fig.6.) du type piqueur suceur des germes phytopathogènes, tels les virus (Leclant.F, 1968, Leclant.F, 1982).

a. Eléments de biologie et alimentation chez les Aphides.

Les aphides évoluent suivant un cycle biologique qui n'est pas commun à toutes les espèces ; c'est ainsi, que la plupart des pucerons ont un cycle évolutif Holocyclique caractérisé par l'alternance entre une génération sexuée comportant des mâles et des femelles, et une ou plusieurs générations ne comportant que des femelles parthénogénétiques vivipares. Les formes sexuées apparaissent seulement une fois par an en automne (Robert.Y, 1979, Eastop.V.F, 1983)

Après accouplement la femelle pond des œufs d'hiver sur une plante hôte primaire ; le reste de l'année les populations sont formées intégralement de femelles parthénogénétiques et vivipares (Bonnemaison.L, 1962, Robert.Y, 1979, Leclant.F, 1982),

De ces œufs émergent des femelles parthénogénétiques fondatrices qui engendrent des fondatrigènes qui peuvent être monoeciques ou hétéroeciques selon qu'elles se développent sur l'hôte primaire, ou qu'elles migrent vers des espèces différentes (Leclant.F, 1982).

Les espèces anholocycliques contrairement aux espèces holocycliques, passent tout leur cycle sous forme de femelles parthénogénétiques (Eastop.V.F, 1977 ; Leclant.F, 1982 ; Robert.Y et Leclant.F ; 1973), et se rencontrent dans les régions à hiver peu rigoureux. Forbes.A.R, 1977 ; Leclant.F, 1982).

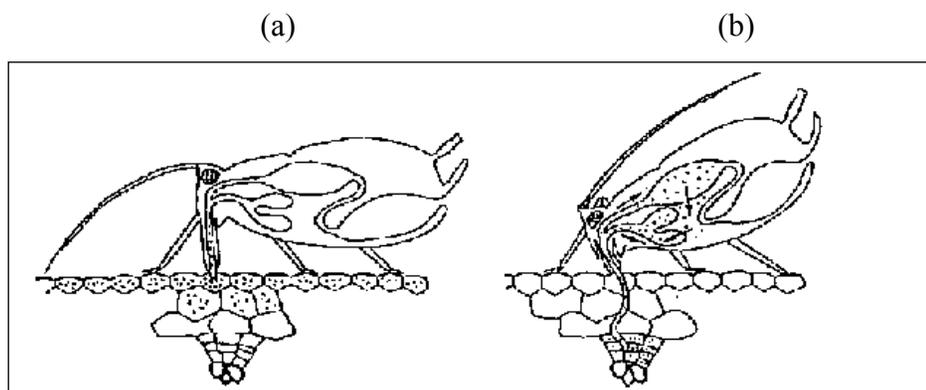


Figure.5. Modes de transmission (D'après Dixon ,1973)
Représentations schématiques de l'acquisition d'un virus

- (a) : Virus non circulant persistant
- (b) : Virus circulant

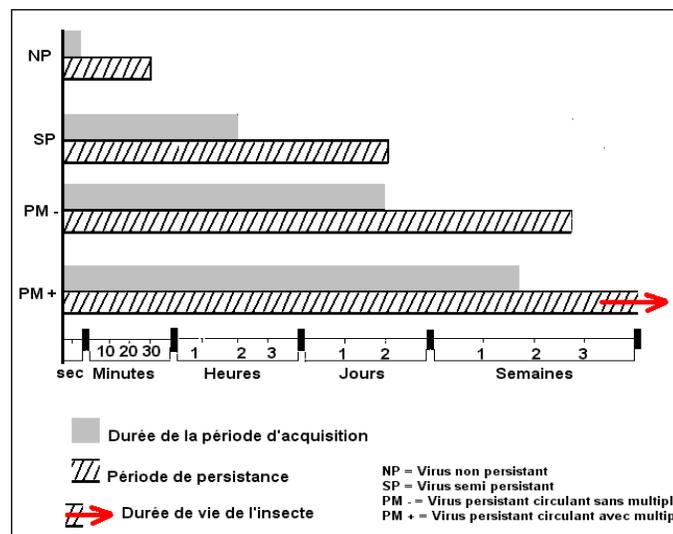


Figure .6. Ordre de grandeur de la durée de piqûre d’acquisition et de la période de Persistance des virus transmis par vecteurs entomologiques (D’apres, Semal J. , et Van Derveken, 1989)

Par ailleurs, les aphides ont un mode d'alimentation particulier. En effet les pièces buccales sont l'instrument à l'aide duquel sont acquis et transmis les virus phytopathogènes (Pollard.D.G, 1973). Elles sont formées principalement de deux paires de stylets flexibles (Fig.7. (a), (b)), deux stylets maxillaires entourés de deux stylets mandibulaires, maintenus par une avancée du labium, délimitant un canal ascendant qui conduit la nourriture vers la tête et le tube digestif (Parrish., 1976 ; Forbes. A.R, 1977; Leclant., 1982).

La prise de nourritures se fait par des piqûres accessibles aux tissus épidermiques, en y injectant de la salive et en y prélevant du suc cellulaire (Leclant.F, 1982 ; Miles.P.W, 1987). Ces pénétrations successives et répétées permettent l'acquisition et l'inoculation des virus non persistants ; Dans le cas de virus persistants, les pucerons choisissent un site tissulaire favorable et enfoncent complètement leurs stylets jusqu'au liber pour s'y nourrir longtemps; la pénétration du stylet est facilitée par des sécrétions salivaires riches en enzymes.

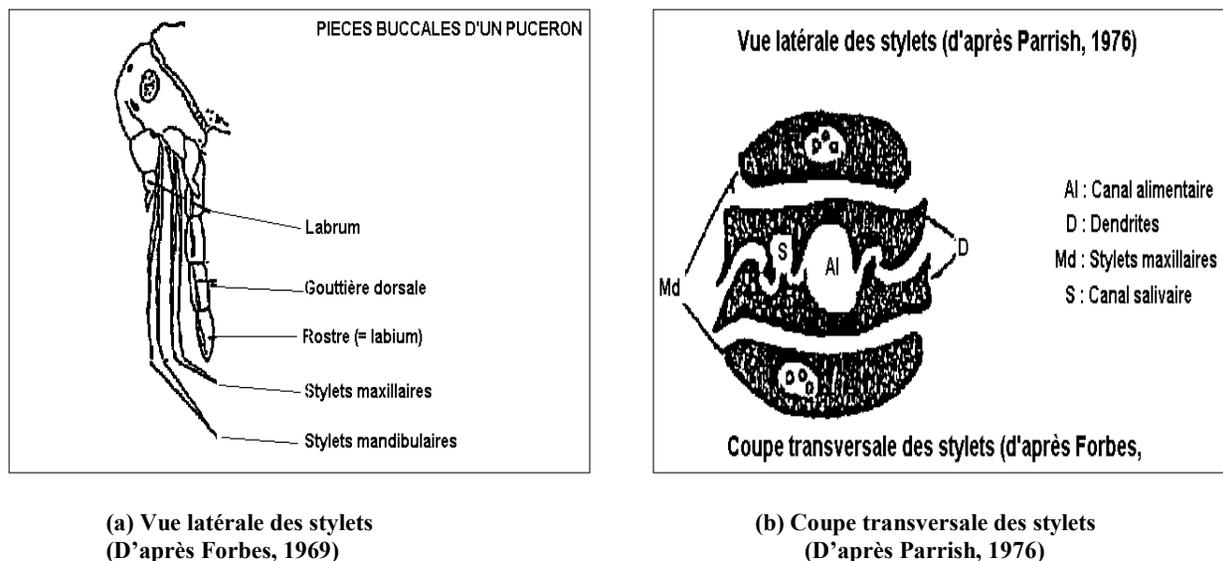


Figure.7. Pièces buccales des pucerons

b. Transmission des Virus

La durée de rétention du virus par le vecteur, constitue la caractéristique essentielle de ce dernier, de sorte que ce temps de rétention définit différents modes de transmissions, marqué par une série d'événements rentrant dans le processus plus ou moins long des différentes phases de la transmission (Leclant.F, 1982 ; Marchoux G., et al, 1984). Il en découle des modalités de transmissions variables, selon les relations du virus avec le vecteur, se subdivisant en trois catégories (Tab.7.).

Tableau .7. Classification des virus phytopathogènes en fonction de la durée du cycle de transmission par les aphides

Phase du cycle de transmission.	Virus non persistant	Virus semi persistant	Virus persistant
Acquisition	Brèves piqûres d'essais	Généralement longue	Longue prise de nourriture dans le phloème
Latence	Nulle	Nulle	Longue 12 heures et plus
Rétention	Brève à quelques heures.	Assez longue plusieurs heures à quelques jours	Longue Plusieurs jours, parfois toute la vie

(D'après: Marchoux.G, et al. 1984)

➤ **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 (Harris K.M., 1977 ; Bos L., 1983) ; dans ce cas le vecteur perd rapidement la capacité d'inoculer le virus à d'autres plants successivement et pendant longtemps.

➤ **Virus Persistants**

Dans ce cas, l'acquisition et l'inoculation du virus par le puceron demandent un temps supérieur à 15 minutes, nécessaire à l'introduction des stylets du vecteur jusque dans les tissus conducteurs ; le vecteur après avoir acquis le virus, peut rester à l'intérieur pendant une certaine période de temps assez longue. Cette période de latence étant nécessaire pour permettre au virus de se multiplier et se concentrer dans les glandes salivaires de l'insecte (Bawden, 1957 in Sommereys G., 1967).

Le pouvoir infectieux de ces virus se conserve durant toute la vie de l'insecte, y compris à travers les mues (Eastop.V.F, 1977, Leclant.F, 1982 ; Cornuet.P, 1987).

➤ **Virus semi persistants**

Ce mode de transmission est considéré comme intermédiaire des deux précédents, tant il présente des caractères de chacun d'eux (Harris.K.M, 1977).

Le virus est acquis au cours d'un repas d'une durée relativement longue, ce qui ne le rend pas transmissible tout de suite: on parle alors d'une période de latence du virus dans le vecteur (Tab.3.). Dans ce cas le virus est puisé dans le mésophylle; par ailleurs, il n'y a pas de transmission transradiale (Leclant.F, 1982, Cornuet.P, 1987).

2.4. Epidémiologie

L'épidémiologie 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 J., 1985 ; Lepoivre P. et Semal J., 1989).

Dans les zones à climat tempéré, les *Luteoviridae* sont le plus souvent inféodés à des cultures annuelles (grandes cultures, cultures maraîchères).

Leur cycle épidémique annuel comprend deux phases successives : l'épidémie primaire, au cours de laquelle le virus colonise la culture et forme des foyers primaires, et l'épidémie secondaire, pendant laquelle le virus est disséminé au sein de la culture à partir des foyers primaires (Robert Y, Lemaire O., 1999).

L'épidémie primaire est sous la dépendance étroite des vecteurs, qui sont généralement des pucerons ailés virulifères colonisant les cultures sur lesquelles ils se nourrissent.

Cette phase se produit en automne selon les cultures en présence (céréales), parfois au printemps (légumineuses, pomme de terre).

Chez la pomme de terre les infections primaires peuvent être la résultante des tubercules contaminés de la saison précédente. (PLRV).

L'intensité de l'épidémie primaire dépend moins de l'intensité des vols de pucerons que de leur précocité et surtout de leur infectivité, qui est leur capacité à héberger le virus et à l'inoculer à une plante.

L'épidémie secondaire résulte des populations de pucerons colonisant la culture et qui sont souvent des aptères se déplaçant de plante à plante. Le virus est ainsi disséminé à partir des foyers primaires et peut,

dans les cas graves, s'étendre à l'ensemble de la parcelle. Le niveau des populations de vecteurs secondaires influe sur l'amplitude de cette dispersion.

Par ailleurs les périodes « latentes » des non cultures ; hiver, pour les cultures de printemps et été pour les cultures d'hiver constituent des étapes tampons importantes qui permettent à d'autres plantes ou adventices de constituer des réservoirs d'inoculum et des relais pour le vecteur et le virus. C'est le cas par exemple pour le maïs, qui sert de culture relais au BYDV et à ses vecteurs entre la maturation des céréales d'hiver et le semis suivant (Burgess AJ, Harrington R, Plumb RT., 1999).

Dans une perspective d'épidémiologie et de prévision des risques, il est primordial de connaître les réservoirs de virus et/ou de pucerons vecteurs.

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. Prospections

Elles couvrent dans cette étape du travail, les régions d'agriculture intensive du pays, où les besoins en protection des plantes sont les plus variés et pressants; il s'agit ici des régions de **Constantine, Mila, Guelma, et Souk Ahras**. (Fig.8.). Elles sont effectuées selon la procédure du choix aléatoire des parcelles après des arrêts effectués tous les 10 à 15 kilomètres. Les prospections ont touché différentes espèces de céréales (Blé dur, Blé tendre, Orge) et sont conduites dans le courant des mois de janvier et février pour la recherche du *Virus de la jaunisse nanisante de l'Orge* (VJNO) ou *Barley yellow dwarf virus* (BYDV). Les échantillons récoltés sur les jeunes plantes présentant des symptômes typiques de la maladie (rougissement, jaunissement des parties apicales, nanisme etc.) sont conservés selon la méthode Bos (.Boss L., 1983) avant de subir les différents tests sérologiques

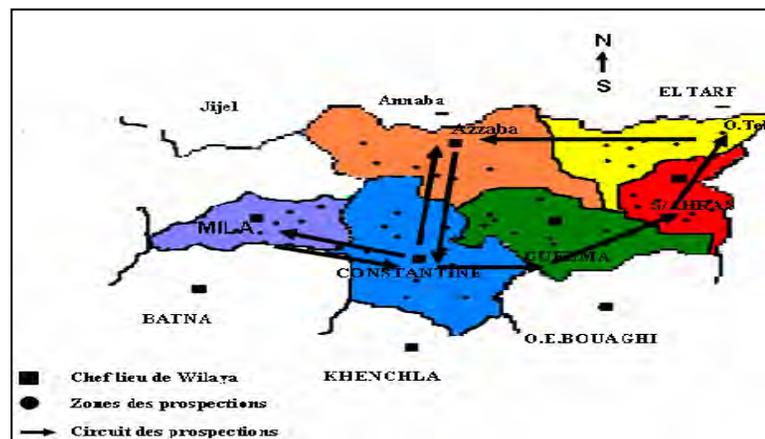


Figure.8. Carte du circuit des prospections

3.2. Diagnostics.

3.2.1. Diagnostic visuel

La mise en évidence des infections virales est effectuée visuellement sur la base d'aspects cliniques ; il s'agit donc d'observer des plantes malades présentant des symptômes décelables à l'oeil, attribuables à une origine virale (jaunissement et rabougrissement des plantes, rougissement des parties apicales des feuilles, etc.).

Les prospections sont réalisées à des stades végétatifs différents du cycle des plantes et se sont étalées du mois de mars à la mi juillet : (Périodes propices au développement des principaux vecteurs, et stades propices de sensibilité et de réception des plantes).

3.2.2. Diagnostic sérologique

Pour la détection du virus à partir des échantillons récoltés, nous avons eu recours aux tests « ELISA » (Enzyme Linked Immunosorbent assay), technique immunoenzymatique permettant la détection qualitative et quantitative de tout une gamme d'antigènes y compris les « virus ». Celle-ci est basée sur la réaction antigène – anticorps, qui est amplifiée par une réaction enzymatique, facilement détectable. (Woller et al., 1976 (a, b); Clark et Adams., 1977).

➤ Principe du test Elisa

La réalisation d'un test Elisa se fait dans une plaque de microtitration en polystyrène contenant généralement 96 puits. C'est un piège à virus où les 96 alvéoles joueraient le rôle d'autant de trappes où le virus pourrait être retenu au fond des alvéoles. Pour retenir le virus on doit fixer au préalable son « Anti corps spécifique » (Fig.9). Une fois le virus piégé, on doit le visualiser, pour cela, on le recouvre d'une autre couche d'anti-corps conjugués (c.a.d auxquels on a lié une Enzyme généralement de la (Phosphatase Alcaline). Les Enzymes provoqueraient la coloration d'un liquide approprié ; le Substrat = PNP+ Diéthanolamine.

➤ Réalisation du test Elisa

Le test ELISA a été réalisée selon la méthode classique «sandwich"(Fig.10.), en utilisant trois antisérums s en (kit complet) de type **SANOFI** spécifiques à des anticorps (PAV, MAV, et RPV).

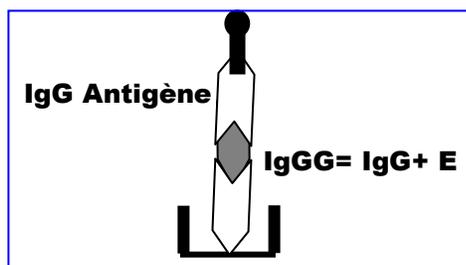


Figure .9. Principe de la technique ELSA

ELISA en sandwich.

Etapas	Méthodes directes		Méthode Indirecte
	Simple	Sandwich	
1-Adsorption - de l'antigène (A) ou - 1 ^{er} anticorps spécifique 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.10. Etapes et méthodes de la technique ELISA

(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)

➤ Schéma du dispositif (protocole) utilisé

a. L'échantillonnage

Pour des raisons de commodité, 1/3 du total des parcelles prospectées pour chaque espèce et pour chaque région a été considéré et pris aléatoirement pour être soumis aux différents tests sérologiques. Sur chaque parcelle, des prélèvements d'échantillons ont été effectués ; trois lots de 10 feuilles chacun sont prélevés sur une ligne diagonale de chaque parcelle à traiter.

Chaque lot constituera alors un échantillon qui sera répète deux fois dans le dispositif d'analyse ELISA (Plaques de microtitration). Chaque plaque de microtitration comporte deux puits témoins (+) et (-), (Fig.10, 11).

En tout 1430 lots ou échantillons sont prélevés pour des examens et analyses de laboratoire (ELISA) au fur et à mesure, durant six campagnes agricoles. Les échantillons identifiés pour les épreuves ELISA on été conservés sous forme de Bos (Boss L., 1983).

Au moins deux répétitions par sujet à tester ont été évaluées. L'antigène à tester est fixé sur des Anticorps spécifiques, puis révélé par des **IgG-E** spécifiques, marquées à la phosphatase alcaline. L'absorbance à 405 nm a été mesurée avec un photomètre de type Dynatheque. Ces mesures ont été effectuées principalement après deux ou quatre heures d'incubation du substrat. Le blanc correspond à la lecture du tampon substrat à 0 minutes.

Les échantillons à analyser (feuilles) sont préparés par broyage dans un rapport de 1/10 dans du tampon d'extraction (P B S, pH 7,5) puis filtrés à travers un Scheescloth. 200 μ l de ces extraits sont déposés dans les alvéoles des plaques ELISA.

La valeur «limite sain/ malade» a été calculée en additionnant la valeur moyenne des échantillons sains et trois fois leur écart-type (Rochow., 1982).

b. Déroulement des différentes étapes de l'ELISA

- 1- Adsorption des anticorps spécifiques
- 2- Dépôt de l'antigène
- 3- Couplage de l'antigène spécifique a l'enzyme
- 4- Addition du substrat de révélation
- 5- Réactions obtenues après application du test Elisa sur plaquette de microtitration

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	B L A N C											
B	(+)	2	5	8	11	14	17	20	23	(-)		
C	(+)	2	5	8	11	14	17	20	23	(-)		
D	1	3	6	9	12	15	18	21	24	26		
E	1	3	6	9	12	15	18	21	24	26		
F	(+)	4	7	10	13	16	19	22	25	(-)		
G	(+)	4	7	10	13	16	19	22	25	(-)		
H	B L A N C											

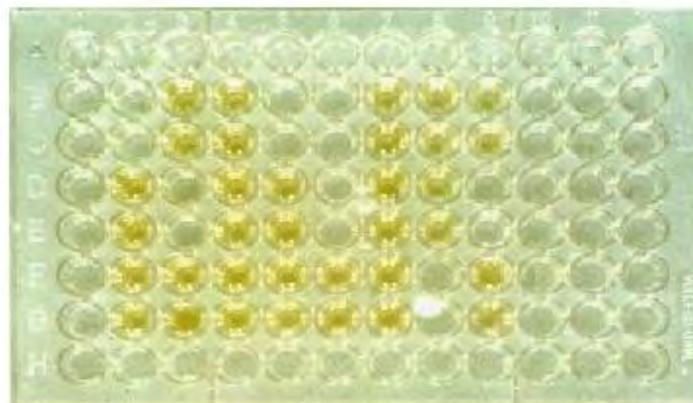


Figure 11. Dispositif (Protocole) d'utilisation du test ELISA
 (Réaction (-) claire ; Réaction (+) foncée)

➤ **Conservation des échantillons**

La conservation des échantillons, a été réalisée selon la technique de BOS, (1969). Des feuilles de plantes sont découpées en lanières puis déshydratées en présence de CaCl_2 (Chlorure de calcium) ou de Silicagel sous cloche et sous vide pendant 2 à 3 jours, puis conservées dans des tubes ou boîtes de pétri sur couche de CaCl_2 . Le stockage se fait à 4°C, et à l'abri de l'humidité.

➤ **Solutions, Tampons, Milieux, et Réactifs utilisés**

a. Solution d'extraction des particules virales :

- 1g de feuilles virosées fraîches
- Tampon phosphaté à 0.1M pH 7.2
- 0.2% de 2-mercaptoéthanol

b. Tampon phosphate : 0.1 M, pH 7.2

- | | |
|---|-----------|
| - Phosphate monopotassique (KH_2PO_4) | 13,61 g/l |
| - Phosphate dissodique (Na_2HPO_4) | 14.20 g/l |
| - Eau distillée | |
| | 1000 ml |

c. Tampon PBS (phosphate buffered saline, pH 7.4) (Pour 1000 ml d'eau distillée)

- | | |
|---|------|
| - Chlorure de sodium (NaCl) | 8.0g |
| - Phosphate monopotassique (KH_2PO_4) | 0.2g |
| - Phosphate dissodique ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) | 2.9g |
| - Chlorure de potassium (KCl) | 0.2g |
| - Azide de sodium (NaN_3) | 0.2g |

d. Solution de Lavage (PBS-Tween) pH 7.4 (Solution de lavage des plaquettes).

- | | |
|--------------|---------|
| - Tampon PBS | 1000 ml |
| - Tween 20 | 0.5 ml |

e. Solution d'adsorption des IgG (Coatling buffer, pH 9.6) (Pour 1000ml d'eau distillée)

- Carbonate dissodique Na_2CO_3	1.59 g
-Carbonate monosodique NaHCO_3	2.93 g
- Azide de sodium NaN_3	0.2 g

Cette solution a pour rôle de diluer les anticorps et de sensibiliser les plaques

f. Solution du conjugué (Conjugate buffer ; pH 9.8) dilution du conjugué Pour 1000ml de tampon PBS

- Ovalbumine	2.0 g
- Tween 20	0.5 g
- PVP	20.0 g

g. Solution de substrat (Substance buffer, pH 9.8)

- Diéthanolamine	97 ml
- Azide de sodium NaN_3	0.2 g
- Paranitrophenylphosphatase	1mg

Cette solution est utilisée pour diluer les substrats de l'enzyme phosphate (P-Nitrophényl phosphatase) (Pour 1000ml d'eau distillée)

h. Solution de broyage (PBS-Tween-PVP, pH 7.4)

Les échantillons utilisés sont broyés dans une solution tampon PBS qui permet de stabiliser les virus au moment de leur extraction.

- Tampon PBS	1000 ml
- Tween 20	0.5 ml
- Polyvinylpyrrolidone	2%

i. Substrat de l'Enzyme (Pour 1000ml d'eau distillée)

Diéthanolamine	97 ml
NaN_3	0.2 g

Ajuster le pH à 9.8 avec HCl

3.3. Approche épidémiologique

Elle a pour but de suivre dans le temps et dans l'espace, les fluctuations des populations aphidiennes, au moyen de captures effectuées dans des bacs jaunes de Moericke [21 Moericke V., 1950; 22 Labonne, G. et al.1983 ; 23 Labonne, G. et al.1985) ; Il s'agit de bacs en matière plastique de couleur jaune , qui seront remplis aux trois quart d'eau additionnés de quelques gouttes de détergent ; celles-ci favorisent l'humification des ailes des insectes et par conséquent les empêchent de s'envoler. L'efficacité des bacs réside dans l'attraction que la couleur jaune exerce sur les pucerons (Gamon, et al, 1986, in Saïdi, 1989).].

3.3.1. Piégeage des pucerons et Dispositif mis en place

Quinze stations (ou Site) de piégeage sont réparties à travers les différentes régions (ou Wilayas) étudiées, sur des parcelles d'environ 01 hectare parmi les parcelles visitées. Le piégeage des pucerons est effectué sur 3 parcelles de 1hectare chacune environ parmi les parcelles visitées de chaque région ; La technique utilisée est celle des bacs jaunes de Moericke (Moericke V., 1950. Labonne, G. et al.1983 ; Labonne, G. et al.1985;), il s'agit de placer sur une ligne diagonale de chaque parcelle trois bacs piège espacés convenablement l'un de l'autre (environ 20 mètres) et remplis au trois quart d'eau additionnés de quelques gouttes de détergent.

3.3.2. Relevés et identifications

Les relevés de pucerons se font pendant les stades : Tallage, Gonflement et au stade Remplissage du grain (correspondant généralement à la période allant du mois février à mi-juillet) selon les espèces et les régions. Cependant et pour des raisons de raisons d'homogénéité des données et de commodité de l'étude, tous les relevés ont débuté dans le courant du mois février .Trois relevés en moyenne espacés de 3 à 5 jours sont effectués pendant chaque stade. Les pucerons contenus dans les bacs pièges sont triés puis récupérés à l'aide d'un pinceau et mis dans des flacons/tubes à hémolyse contenant de l'alcool à 10%. Ces derniers numérotés et étiquetés sont ramenés au laboratoire à des fins d'identifications. Les échantillons examinés sous loupe binoculaire, sont déterminés selon leurs caractéristiques morphologiques externes (Fig.12; Pl.1,2) à savoir : forme générale de l'insecte, couleur, longueur des antennes, forme et longueur des cornicules, forme du sinus frontal (G.Remaudière et al.1985 ; Leclant, 1982 ; Bonnemaïson, 1962).

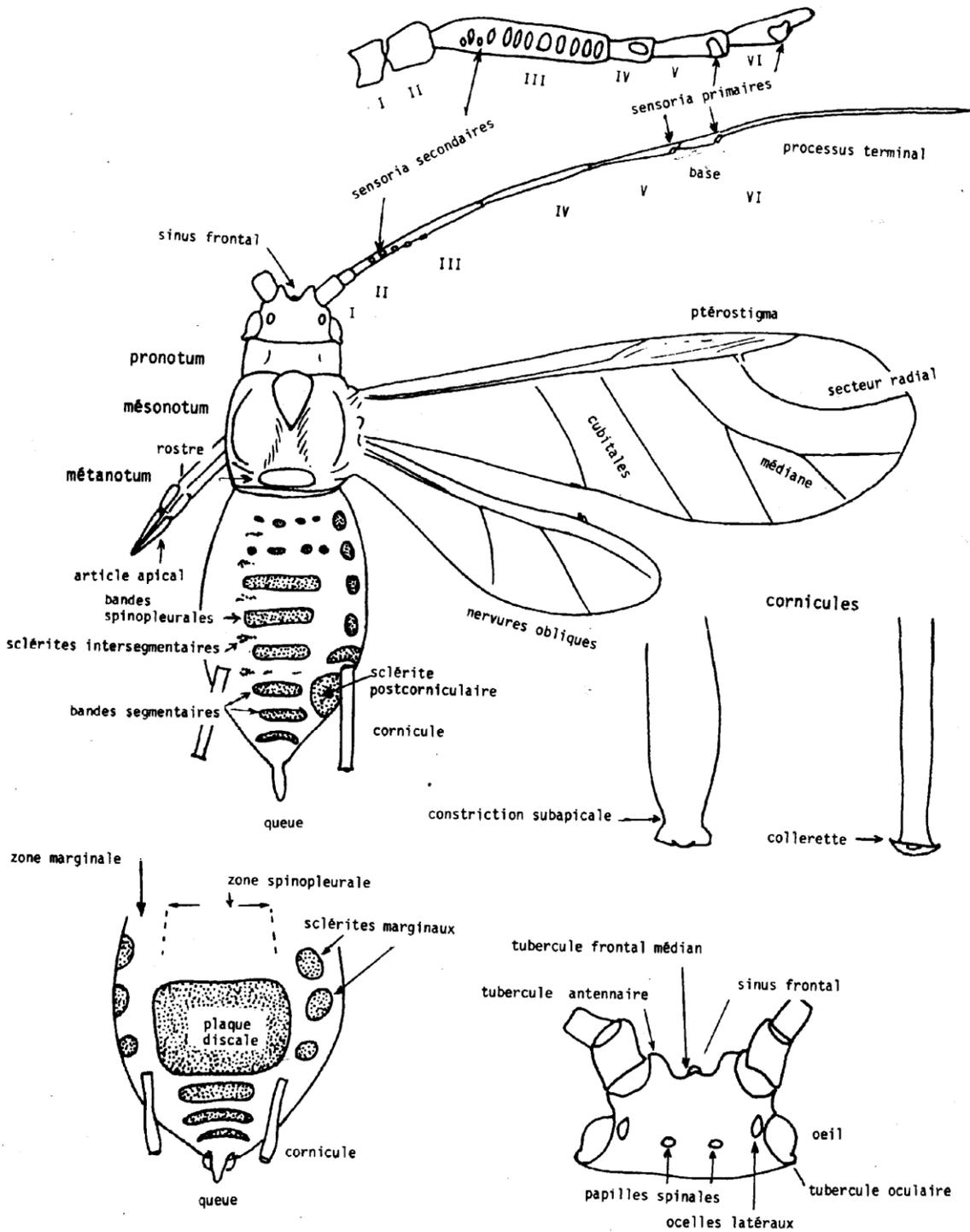
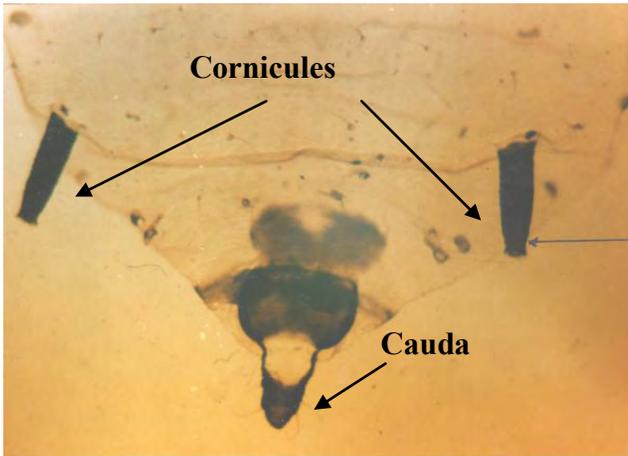
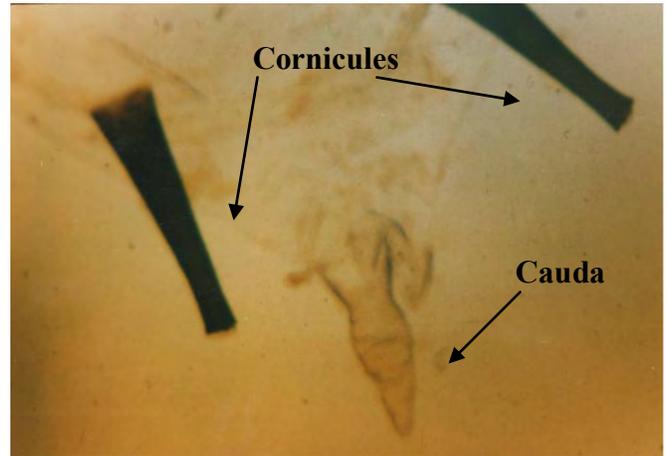


Fig.12. Quelques caractères morphologiques pour la reconnaissance des aphides (G.Remaudière et al. 1985)

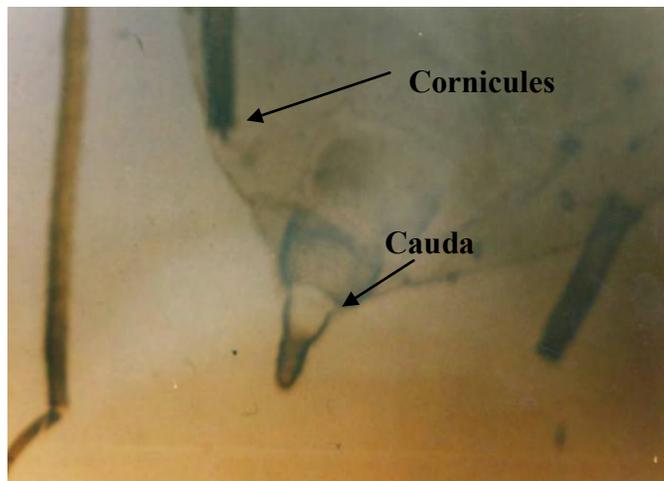
Planche.1. Quelques détails des caractères morphologiques distinctifs pour la reconnaissance des aphides



Ropalosiphum maidi

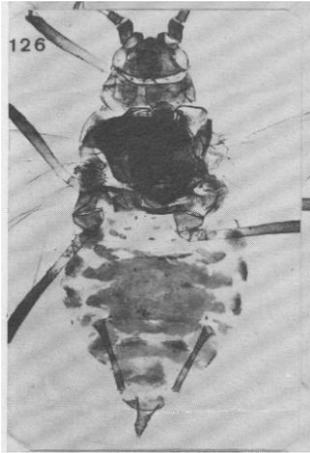


Sitobion avenae

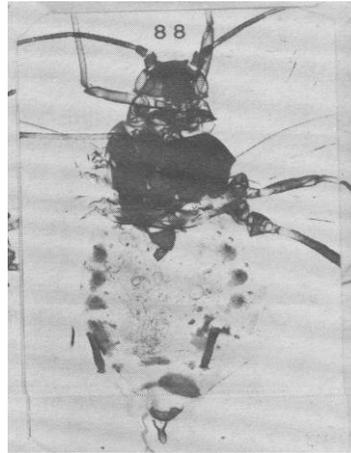


Ropalosiphum padi

Planche.2. Reconnaissance des aphides (G.Remaudière et al. 1985)



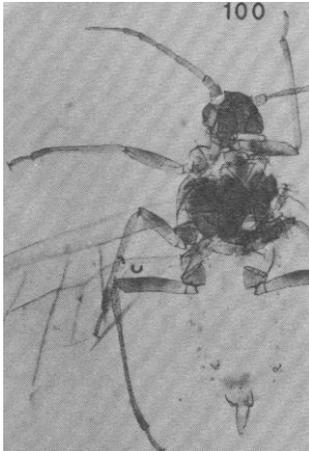
Myzus persicae



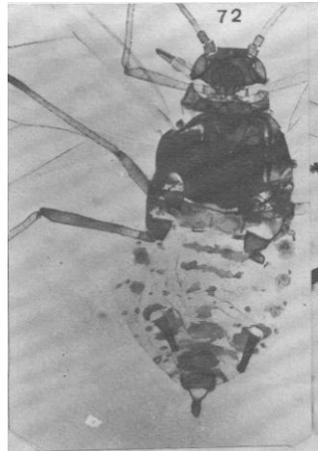
Ropalosiphum padi



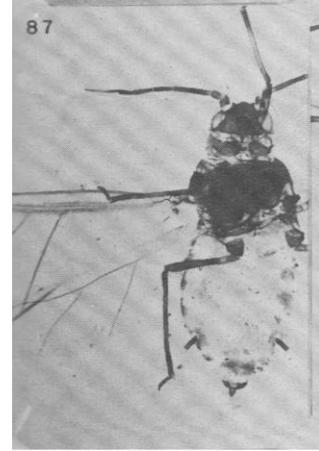
Schizaphis graminum



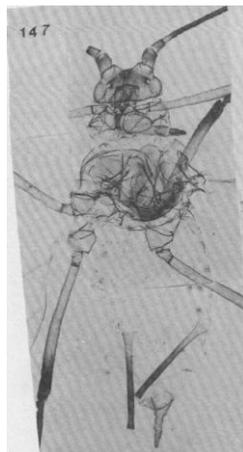
Diuraphis noxia



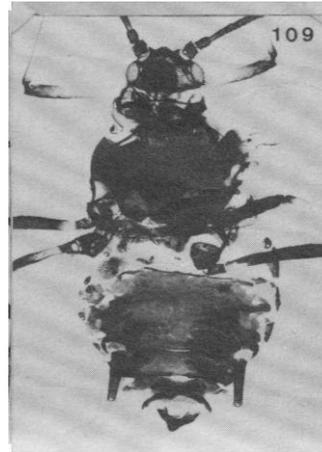
Aphis fabae



Ropalosiphum maidis



Macrosiphum euphorbiae



Brachycaudus Cardui

Source : G.Remaudière et al. 1985 ; Contribution à l'écologie des aphides africains. Etude FAO, production végétale et protection des plantes ; 214 p.

3.3.3. Les transmissions

Pour la réalisation de ce travail, deux types d'essais sont menés parallèlement au laboratoire (en pots) et sur le terrain.

3.3.3.1. Les transmissions au laboratoire (pots)

Au laboratoire, 14 variétés de céréales composées ; de 02 espèces d'Orge, (Acsad176, Saida), 09 espèces de Blé dur (Bidi17, Md Belbachir, Hedba3, O.Zenati, Waha, Tride, Bousselam, Geta dur, Vitron,) et 03 espèces de Blé tendre (H.D1220, Anza , M.Demias),ont été testées vis a vis de trois espèces de pucerons *Ropalosiphum padi* (RP), *Diuraphis noxia* (DN) et *Sitobion avenae* (SA) ayant acquis du virus (BYDV) à l'effet d'apprécier l'efficience , et la capacité vectrice des espèces en cause ainsi que le comportement des différentes variétés vis a vis de la transmission du BYDV (VJNO).

Pour la réalisation des transmissions nous nous sommes inspirés de la méthode dite « CUT LEAF » (Gill C.C., 1967 ; Rochow W.F., 1969 ; El Yamani., 1992, 1998..).

Des fragments (5cm de long environ) de jeunes feuilles de blé saines, sont plantés dans des petits pots remplis au ¼ de sable humidifié, sur lesquels on déposera des lots d'individus de pucerons récoltés supposés sains. Ces pucerons sont transférés toutes les 24 heures de pots à pots pendant trois jours afin d'éliminer toute présence éventuelle de contaminants si par hasard ils étaient porteurs de virus au départ. L'ensemble des pots est couvert par un tissu de mousseline ou bien par d'autres pots pour empêcher l'évasion des pucerons (Pl.3).

Les lots de pucerons ainsi préparés sont ensuite transférés sur des lots de pots contenant des fragments de feuilles contaminés puis mis à l'obscurité dans un incubateur à 15°C pendant 48 heures. Après cette étape les pucerons ayant acquis du virus (contaminés) sont transférés sur des plantes saines âgées de 15-30 jours (stade 2-3 feuilles) pendant cinq jours (Pl.4.).

**Planche. 3. Les différentes étapes suivies pour l'acquisition du virus
(Méthode « cut leaf » ; Rochow., 1997)**



Etape transferts de pucerons sains sur des fragments de plants malades



Couverture des pots à l'aide d'une mousseline ou à l'aide d'ajout d'un autre pot (bas) pour empêcher les évasions des individus de pucerons



Les pots préparés sont mis à l'obscurité et a température de 15°C dans un incubateur pour une période d'acquisition de 48 à 72 heures

Planche.4. Les différentes étapes suivies pour l'inoculation

Après l'étape d'acquisition les pucerons virulifères sont transférés sur de jeunes plantules (3-4feuilles) à raison de 10 Individus /plantule pour l'accès à l'inoculation pendant cinq (05) jours.

Au terme de la période d'accès à l'inoculation, les plantes sont traitées à l'aide d'un insecticide (Decis : à la dose de 0,5ml / l d'eau). Les plantes inoculées sont mises à l'abri dans les conditions naturelles jusqu'à extériorisation des symptômes. Une lecture est faite à l'ELISA après 30 jours d'incubation

3.3.3.2. Les transmissions aux champs

Sur le terrain 05 variétés dont 01 d'Orge (Saida), 02 variétés de Blé dur (Bidi 17, Vitron) et 02 variétés de Blé tendre (HD1220, Anza) ont été mis en expérimentation pour étude de leur comportement vis-à-vis du BYDDV ou VJNO. Dans cet essai les transmissions ont été effectuées selon les mêmes étapes que précédemment.

Dans cet essai les transmissions ont été effectuées selon les même étapes que précédemment, mais en utilisant des lots de pucerons de trois espèces : (RP, DN, SA) . L'essai est composé de cinq (05) Blocs variétal constitué de trois lignes chacun et d'un témoin.

L'essai est pratiquement mené selon un itinéraire technique, tel, normalement appliqué sur les cultures de céréales dans les conditions de la région.

Les différents blocs sont ensuite traités chacun à l'aide de lots de 50 pucerons ayant acquis du virus (RP, DN, SA) qui sont uniformément dispersés sur les blocs (excepté les témoins) au moment du tallage. Après la période d'accès à l'inoculation qui est de cinq jours tous les blocs sont traités à l'aide de l'insecticide « Decis », à raison 0,5 ml / l d'eau, y compris les lignes témoins.

3.3.4. Approche a l'étude de l'influence du BYDV sur le comportement de 12 géotypes de blé soumis a un stress hydrique.

Une approche d'étude portant sur le comportement de quelques géotypes de blé soumis l'influence du stress viral VJNO dans des conditions de stress hydrique a été abordée ici

Douze (12) géotypes de blé ont été étudiés; Bidi 17, Mohammed Ben Bachire, Tride, Hedba3, Vitron, Waha, Sohag, Méridiano, Aegilops ovata, Aegilops ventricosa, Arz, HD 1220.

Nous concevons ici cette approche uniquement sous l'aspect stress hydrique avec un dispositif expérimental très simplifié (Stress+Virus) et (Stress sans Virus).

Des grains pré germés des différents cultivars sont repiqués dans des pots sous abris puis soumis après leur levée (stade 3/feuilles) à deux types de stress hydrique

1er type	S1/10 jours +Virus, S1/10 jours / sans Virus,
2eme TYPE	S1/20 jours +Virus, S1/20 jours / sans Virus,
TEMOIN	S0 = conditions normales) en tant que témoin

Des prélèvements d'échantillons ont été effectués au stade tallage sur la 6ème feuille aux fins de différents dosages au laboratoire, pour des mesures de la teneur relative en eau (TRE) en (%) selon la méthode de Barrs, (1968).

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Prospections et identification (Symptômes au champ)

La mise en évidence de la présence du BYDV (VJNO) sur les cultures de céréales a été faite dans une première étape de manière clinique et par comparaison à des données bibliographiques. Des symptômes typiques rappelant le BYDV (VJNO) ont été observés sur les céréales (Blés et Orge) au cours de nos prospections (Pl.5).

Le premier symptôme de la maladie chez l'orge est un jaunissement diffus ou tacheté du bout de la feuille; la décoloration d'un jaune vif s'étend ensuite vers le bas de la feuille et laisse une bande verte le long de la nervure médiane. En général, le blé présente les mêmes symptômes que l'orge, mais les infections tardives du blé se reconnaissent par la couleur jaune de ses feuilles culminaires.

Dans des conditions de températures fraîches, les feuilles de certains cultivars peuvent brunir ou devenir légèrement rougeâtres. Les mêmes symptômes ont été également reconnus sur certaines graminées adventices et les repousses des campagnes précédentes (Tab.8).

Tableau. 8. Quelques Symptômes décrits sur céréales (Blé, Orge) et graminées spontanées

Espèces	Symptômes
Blé	Jaunissement doré des extrémités des feuilles (parfois léger rugissement)
Orge	Jaunissement brillant avec parfois un nanisme plus ou moins accentué
Avoine	Rougisement plus ou moins accentué des feuilles (rappelle Anthocyanose)
Ray gras	Jaunissement apical des feuilles
Phalaris	Jaunissement apical des feuilles
Dacdtyle	Jaunissement apical des feuilles +nanisme
Agropyron	Chlorose + nanisme
Brome	Chlorose des feuilles

Divers auteurs ont rapporté les mêmes observations qu'ils ont attribuées au virus de la jaunisse nanisante de l'Orge BYDV ou VJNO (Cavelier M., 1992; Moletti et al. (1990); Boubetra S., et Mohamedi F., 1998). Ce qui nous amena tout naturellement à lister et localiser les régions où les différentes maladies et particulièrement le BYDV (VJNO) sont plus ou moins présents (Tab.9, 10,11).

Planche .5. Symptômes de BYD V rencontrés sur terrain au cours des prospectons



Vue générale d'une parcelle atteinte de BYDV



Symptômes de jaunissement sur « Orge »



BYDV : Jeunes plants atteints (G) et sains (D)



Symptôme de rougissement sur «Avoine»



Symptômes en rosettes sur Orge



Vue générale d'une parcelle d'essai

Tableau.9. Parcelles prospectées (Espèces / Régions)

Maladies	Oïd	Sept	Helm.G	Helm. T	Pyr.T	Fusar	Char.Nu	BYDV	Mos	R.J	R.B
Regions											
Constantine	77	50	14	17	11	2	0	72	34	19	33
Mila	50	33	10	13	39	1	0	49	35	14	39
Guelma	54	42	6	12	14	10	14	48	11	17	28
S/Ahras	61	37	8	17	27	6	29	43	19	18	36
Ann. /Tarf	44	21	3	4	19	12	16	34	22	11	28

Tableau. 10. Fréquences des différentes maladies observées dans les différentes régions d'étude par rapport à la totalité des parcelles prospectées et par espèce de culture

Régions	Constantine			Mila			Guelma			S / Ahras			Annaba El Tarf			Total
	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge	
2000-2001	18	32	04	09	11	06	06	12	08	03	08	11	03	06	01	138
2001-2002	14	21	09	07	13	0	09	09	05	05	10	06	03	07	04	122
2002-2003	21	25	06	05	17	09	11	13	0	08	07	04	08	05	0	139
2003-2004	20	16	02	05	13	05	13	14	0	11	09	06	04	09	0	127
2004-2005	13	14	03	10	11	05	05	08	03	06	11	0	03	07	0	99
2005-2006	09	11	02	05	08	0	08	12	05	05	09	0	07	05	02	88
Total	95	119	26	41	73	25	52	68	21	38	54	27	28	39	07	713
	240			139			141			119			74			

Tableau. 11. Fréquences (%) des maladies observées dans les différentes régions d'étude par rapport à la totalité des parcelles prospectées

Maladies	Oïd	Sept.	Helm.G	Helm. ter	Pyr, ter	Fus.	R.j	Ch.Nu	BYDV	Mos.	R, Br.
Constantine	37,06	24,2	53,5	66,3	6,4	0,6	7,6	0,0	30,1	13,7	14,4
Mila	35,6	24,0	38,3	53,8	17,7	0,3	9,6	0,0	35,2	25,2	28,3
Guelma	38,7	29,6	54,5	56,6	11,6	7,6	12,6	10,0	33,8	7,7	19,5
S/Ahras	51,3	31,0	51,6	62,5	29,3	5,1	16,7	14,8	36,0	15,5	32,4
Ann./Tarf	60,35	36,55	59,0	57,0	28,7	15,5	14,5	21,5	43,0	30,5	37,0
Moyenne	44,602	29,07	51,38	59,24	18,74	5,82	12,2	9,26	35,62	18,52	26,32

Plusieurs maladies notamment cryptogamiques, ont été observées et notées sur les cultures. Au plan virologique, diverses « mosaïques » et plus particulièrement le « BYDV » émergent comme des maladies qui commencent à prendre de l'ampleur, au même titre que les plus importantes maladies fongiques rapportées à ce jour en Algérie sur les céréales telles : les « *Septorioses* », la « *Tache auréolée ou Tan spot* » etc. (Tab.12 ; Fig..13).

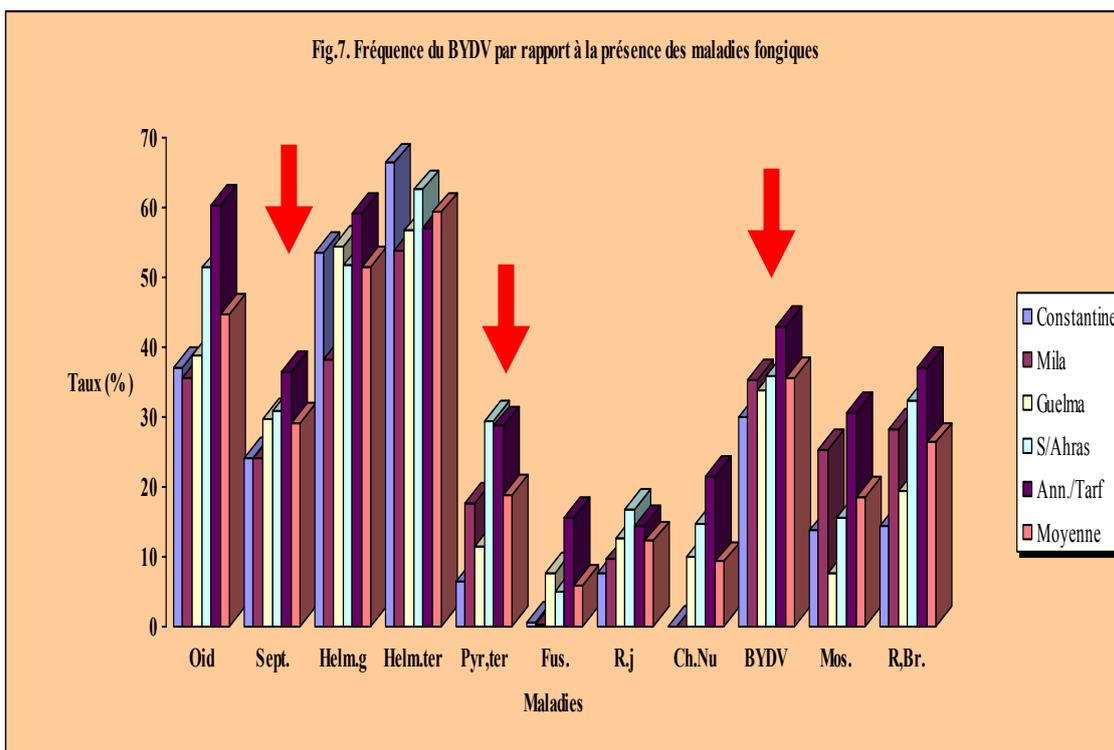


Figure.13.Fréquence du BYDV par rapport à l'ensemble des maladies recensées

Tableau.12. Fréquence et incidence du BYDV (VJNO) par espèce et par région

Régions	Nbre total de parcelles visitées	Fréquence			Incidence		
		BD	BT	Orge	BD	BT	Orge
Constantine	210	14,73%	13,44%	11,53%	++ (7%)	+ (5%)	+++ (15%)
Mila	139	12,19%	13,69%	12,00%	++ (10%)	++ (10%)	+++ (15%)
Guelma	141	11,53%	8,82%	9,52%	++ (7%)	++ (10%)	+ (5%)
S / Ahras	119	10,52%	11,11%	18,51%	+ (5%)	+ (5%)	+++ (15%)
Annaba/El Tarf	74	18,51%	10,71%	12,82%	++ (10%)	++ (10%)	++ (10%)

(+) 0-5% = Incidence Faible ; (++) 5-10% = Incidence moyenne ; (+++) ≥ = Forte Incidence

Le tableau 12 montre qu'il n'y a pas une grande différence entre les blés et les orges en ce qui concerne la présence (fréquence) du BYDV (VJNO), ce qui a été démontré par l'analyse de la variance qui a présenté un effet variété de céréale non significatif ($F=0,900$ et $p=0,401$). Par contre, sur le terrain nous remarquons une prédominance marquée sur les Orges notamment sur le plan intensité (Tab.11).

Il ressort par ailleurs, que le BYDV(VJNO) a été très présent pendant cinq années sur les six étudiées à l'exception de l'année 2003-2004 où l'on a noté sa faible présence dans toutes les régions, ce qui peut s'expliquer d'ailleurs par la campagne 2003-2004 qui a été marquée par des aléas climatiques exceptionnelles à l'échelle nationale (période de froid précoce et sèche : novembre à mi-mars, suivi d'une période très pluvieuse avril à fin juin) avec en plus une épidémie de rouille jaune qui a fortement porté préjudice aux récoltes, et à été probablement à l'origine des masquages des principaux symptômes de maladies (A.Ouffroukh. , 2006 ; A.Ouffroukh. , 2008), ce qui ne permettait pas non plus les pullulations de pucerons à des taux suffisamment élevés pour infecter les céréales.

Le tableau (12) et la figure (13) montrent également que la fréquence du BYDV (VJNO) est inégalement répartie selon les régions et les années.

Selon la région, la présence de la maladie varie annuellement de 8,82 % (blé tendre dans la région de Guelma) à 18,51 % (Blé dur dans la région Annaba El Tarf et Orge dans la région de Souk-Ahras), mais elle est rencontrée aussi et globalement sur les différentes espèces à des taux d'intensité allant de 5% à 15%.

En moyenne, les régions de Annaba El Tarf, Souk Ahras et Constantine semblent être les plus exposées aux attaques du BYDV (VJNO) respectivement (Tab. 11).

Selon les espèces de céréales, le blé dur est en moyenne le plus touché par le BYDV mais avec une présence plus marquée (taux élevé) dans la région de Annaba El Tarf, mais l'Orge émerge comme l'espèce la plus touchée dans la région de Souk Ahras (Fig. 14,15).

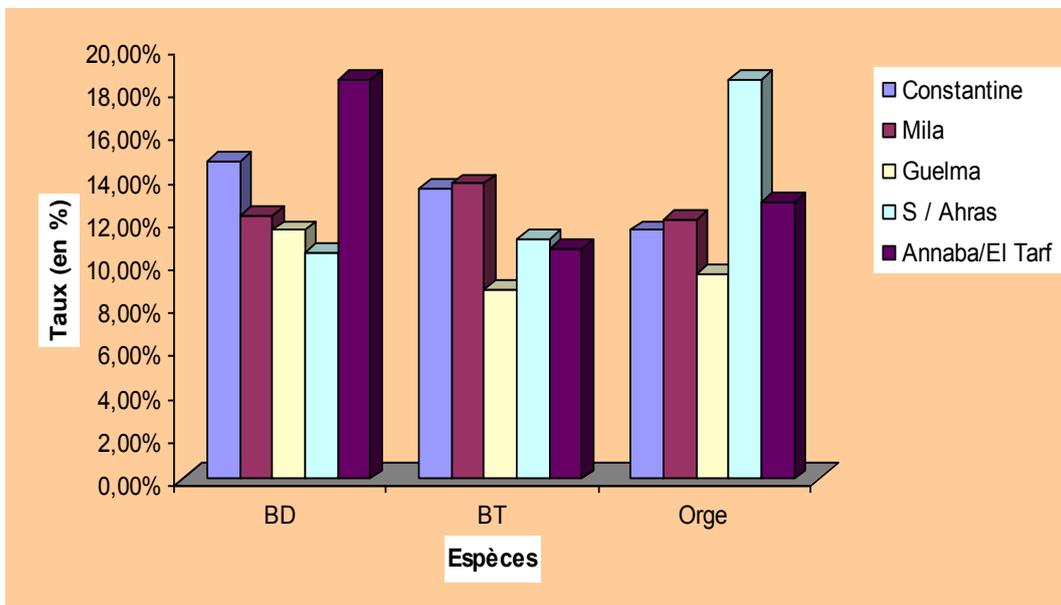


Figure. 14. Fréquence du BYDV (VJNO) en fonction des régions

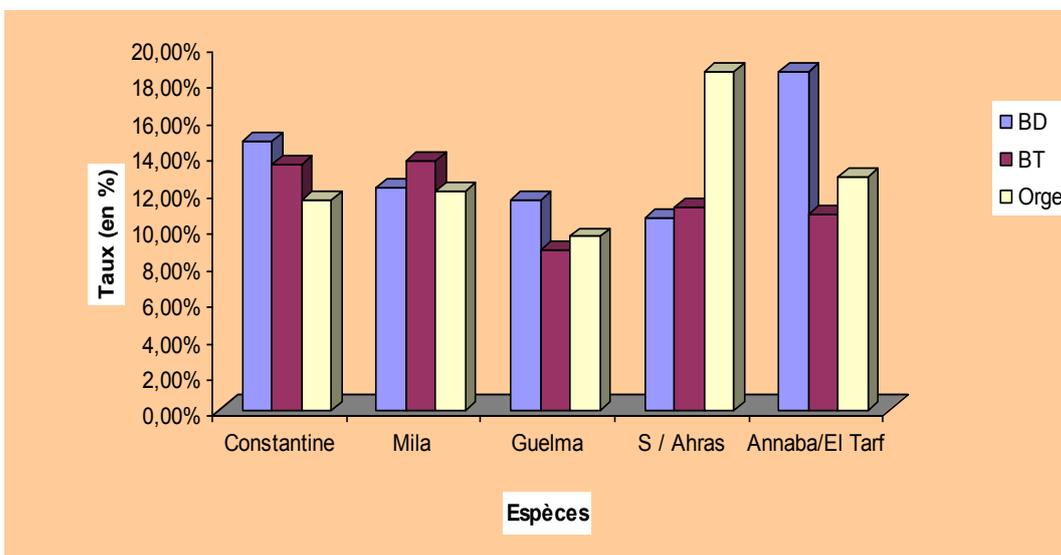


Figure. 15. Fréquence du BYDV (VJNO) en fonction des espèces de céréales

4.2. Epidémiologie

Lors des différentes prospections, nous avons constaté la présence d'affections de type viral et dans plusieurs régions à la fois, ce qui laisse supposer une importante dissémination de la maladie dans la nature et dans l'espace, par ailleurs nous remarquons une importante activité d'insectes et plus particulièrement de pucerons. Ce dernier critère qui est un élément important dans les risques de contaminations d'une culture, a un moment donné, nous amena à aborder ici une approche à l'épidémiologie du VJNO qui est considérée comme l'une des plus importantes maladies à virus affectant les céréales dans le monde.

4.2.1. Etude de la dynamique des vols des populations aphidiennes

4.2.1.1. Captures globales

Les relevés des différentes espèces de pucerons (Tableau. B, C, en annexe) dans les bacs pièges nous permettent d'évaluer les populations en vol et donnent une idée sur la pression de ces dernières et notamment sur les vecteurs.

Les relevés effectués, représentent les nombres moyens d'individus ailés capturés et identifiés ainsi que leurs évolutions spatiotemporelles durant les campagnes 2000-2006 dans les différentes stations de piégeages des régions d'études (Fig. 16, 17, 18).

Les résultats obtenus montrent que la présence des pucerons ailés varie significativement d'une région à l'autre ($F = 9,031, p < 0,001$), mais aussi d'une espèce de céréale à l'autre ($F = 32,195, p < 0,001$); toutefois malgré les observations sur le terrain qui ont montré un très faible taux de captures durant l'année 2004 comparativement aux autres années, il ressort de l'étude de l'analyse de la variance que l'effet année est non significatif ($F = 0,251, p = 0,938$).

Ceci peut s'expliquer encore une fois par l'exceptionnalité des conditions climatiques de l'année 2004.

Cependant la plupart des ailés capturés dans les champs de céréales, le sont généralement durant la période printanière de l'année où les températures sont relativement douces.

D'après l'ANOVA réalisé sur les données des captures, les moyennes mensuelles des captures de pucerons (Tab.13, 14) font ressortir que le maximum de l'activité des pucerons se situe durant les mois de Mars, Avril et Mai (Annexe. A, B, Tab.14, Fig.19), mais on constate néanmoins, leur présence pendant toute la période végétative active des plantes hôtes en place (céréales).

Tableau .13 .Captures moyennes des espèces de pucerons ailés dans les différentes régions d'étude (2000-2006)

Espèces	MP	ME	AF	AC	AP	AN	RP	RM	SA	SG	MD	DN	Total
Régions													
Constantine	89,67	32,33	3,67	1,33	17,67	5,33	44,67	10,00	21,00	19,00	2,00	16,33	263,00
Mila	151,33	79,67	25,67	8,00	43,67	5,67	51,33	12,00	29,33	20,67	1,33	11,67	440,33
Guelma	138,00	101,00	19,00	16,00	28,67	11,00	30,67	11,33	22,00	12,67	0,33	2,67	393,33
S/Ahras	145,33	70,00	39,33	2,33	52,67	4,00	52,00	9,33	41,67	27,33	0,33	17,00	461,33
Annaba/Tarf	140,67	65,67	23,33	6,67	40,33	5,00	37,33	9,67	26,67	25,00	1,00	13,00	394,33
Total /Captures	1995	1046	333	103	549	93	648	157	422	314	15	182	5857
Moy.Cap.Reg*	133,00	69,73	22,20	6,87	36,60	6,20	43,20	10,47	28,13	20,93	1,00	12,13	390,47

*Moyenne de captures dans l'ensemble des différents sites des régions d'étude

Tableau .14. Classes des moyennes mensuelles (%) des captures des pucerons selon les mois (après ANOVA) dans les régions d'étude.

Mois	MP	ME	AF	AC	AP	AN	RP	RM	SA	SG	MD	DN	TP
Février	2,10 _a	1,47 _{ab}	0,30 _a	0,07 _a	0,23 _a	0,17 _a	0,13 _a	0,03 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,17 _a	4,67 _a
Mars	6,53 _c	4,07 _b	2,60 _b	1,40 _b	2,67 _b	1,43 _b	2,80 _b	1,23 _b	1,13 _a	1,37 _b	0,40 _b	1,97 _b	27,60 _b
Avril	20,63 _b	12,63 _c	4,43 _c	1,73 _b	6,67 _c	1,17 _b	9,23 _d	2,50 _c	4,03 _b	2,67 _c	0,10 _a	3,17 _c	68,97 _c
Mai	23,50 _b	12,40 _c	3,50 _{bc}	0,23 _a	7,03 _c	0,33 _a	7,43 _c	1,47 _b	8,00 _c	5,77 _d	0,00 _a	0,77 _a	70,43 _c
Juin	11,13 _d	3,57 _{ab}	0,27 _a	0,00 _a	1,43 _{ab}	0,00 _a	2,00 _b	0,00 _a	0,90 _a	0,67 _{ab}	0,00 _a	0,10 _a	20,07 _b
Juillet	2,60 _a	0,73 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,27 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,00 _a	0,00 _a	3,60 _a

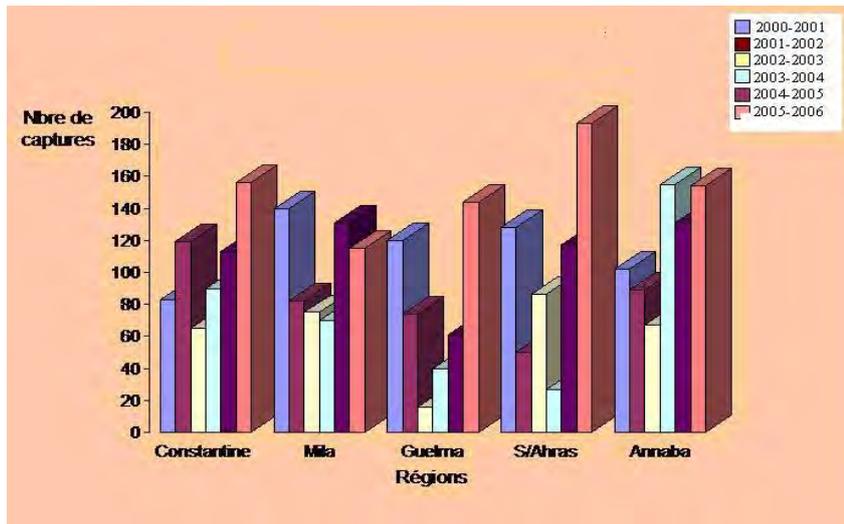


Figure.16.Captures moyennes des pucerons (Toutes espèces confondues) par région d'étude

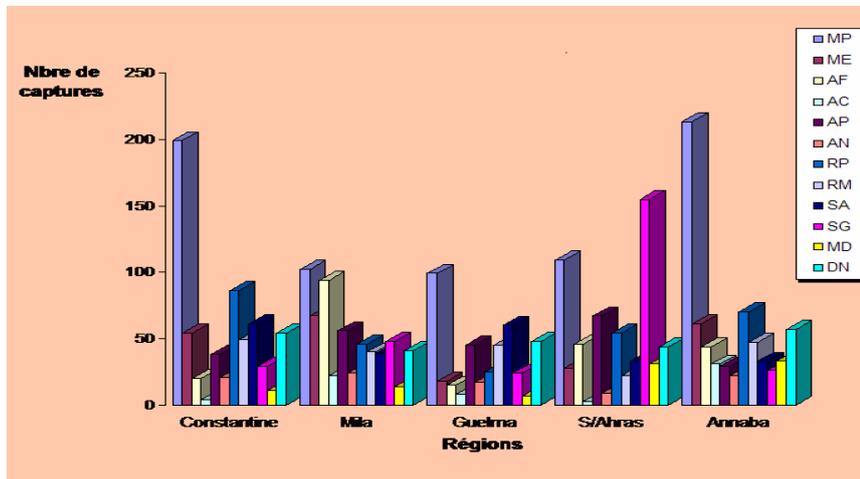


Figure.17.Captures moyennes globales des pucerons pour les (périodes2000-2006) par région d'étude

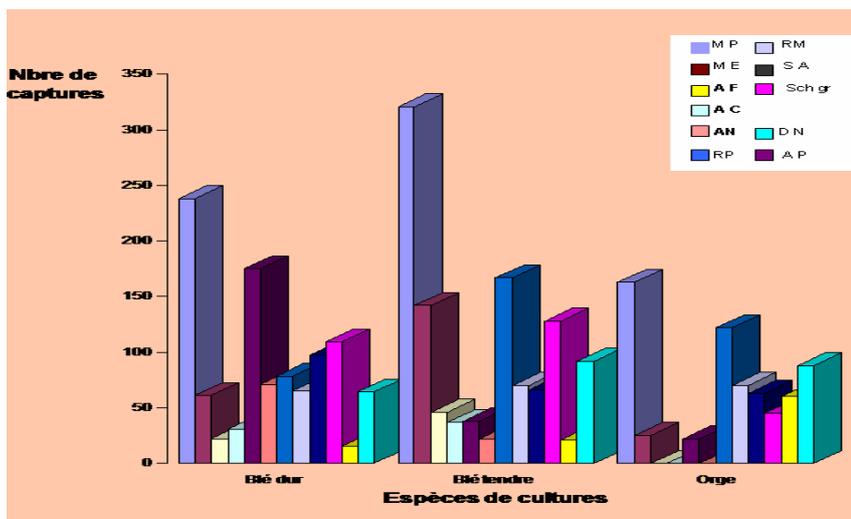


Figure 18.Captures totales par espèce de pucerons Dans les différentes espèces des céréales (BD, BT, Orge)

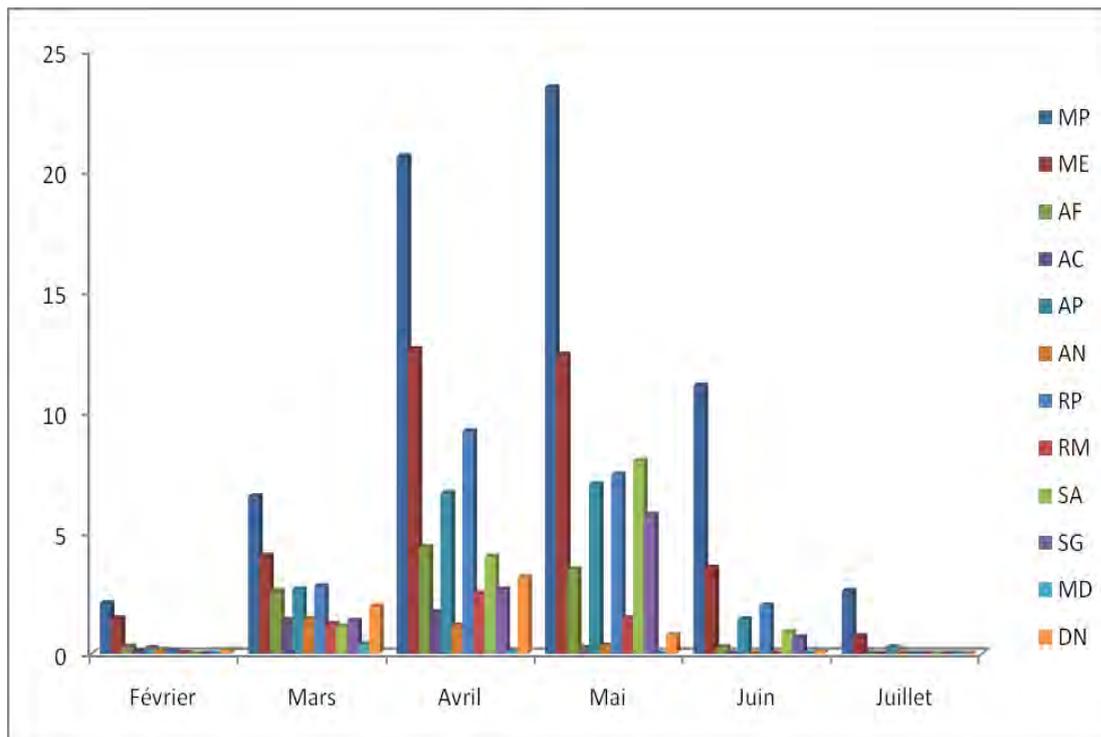


Figure.19. Taux (%) de captures moyennes des pucerons dans les régions étudiées

Par ailleurs, la matrice de corrélations (Tab.15) entre les différents pucerons capturés dans les 5 régions étudiées montre qu'il existe des relations très significatives d'une part entre les pucerons et d'autre part avec le total (TP) des pucerons capturés.

Ainsi, *Myzus persicae* « MP » est l'espèce la plus corrélée avec les autres pucerons alors que *Métopolophium dirhodum* « MD » est la moins corrélée quant à l'espèce *Aphis craccivora* « AC » est corrélée négativement principalement avec les pucerons reconnus vecteurs ; *Ropalosiphum padi* « RP », *Sitobion avenae* « SA », *Schizaphis graminum* « SG », et *Diuraphis noxia* « DN », alors que le total (TP) des pucerons est très corrélé à l'ensemble des pucerons capturés à l'exception des espèces *Aphis craccivora* « AC », *Diuraphis noxia* « DN » et *Métopolophium dirhodum* « MD ».

Cet état de fait est du probablement à de nombreux facteurs bioécologiques, dont l'espèce elle-même comme cela a été rapporté par de nombreux auteurs (Harrington et Gibson, 1989 ; Sigvald,

1992) ; les conditions climatiques y sont Certainement pour une grande part, mais l'étude des captures de pucerons dans les cinq régions étudiées et pour la période 2000-2006 donne peu de corrélations significatives avec ces données (Tab.16.) . Sur les onze (11) espèces de pucerons au moins identifiées, pas moins de cinq (05) d'entre elles sont reconnues dangereuses pour leurs capacités à transmettre des maladies virales, telles le BYDV (VJNO), et nous citerons : *Rhopalosiphum padi*, *Schizaphis graminum*, *Sitobion avenae*, *Diuraphis noxia* et *Myzus persicae* (Tab.17).

Tableau .15. Matrice de corrélations des pucerons capturés dans les régions d'études

	MP	ME	AF	AC	AP	AN	RP	RM	SA	SG	MD	DN	TP
MP	1												
ME	,290**	1											
AF	,398***	,212**	1										
AC		,284**		1									
AP	,420***	,323**	,578***		1								
AN	,245*			,551***		1							
RP	,452***		,255*	-,212*	,262*		1						
RM	,303**			,282**		,277**	,304**	1					
SA	,458***		,441***	-,222*	,458***		,405***		1				
SG			,276**	-,228*	,466***		,285**		,310**	1			
MD								,251*			1		
DN		-,376***		-,236*			,368***					1	
TP	,881***	,502***	,615***		,686***	,227*	,511***	,301**	,569***	,406***			1

(*significatif ; ** très significatif, *** hautement significatif)

Tableau 16 : Corrélations des captures de pucerons avec les données climatiques

	MP	ME	AF	AC	AP	AN	RP	RM	SA	SG	MD	DN	TP	Bd
MT				,408*		,533**								
MH							-,516**	-,3926*						
PP		,362*										-,478**		

Tableau.17. Relevés des espèces de pucerons identifiées et leur importance dans les espèces de céréales

Espèces	Périodes	Blé dur	Blé tendre	Orge	Total
<i>Myzus persicae</i>	F, M, A, M, J	1009 (+++)	589 (+++)	397(+++)	1995
<i>Macrosiphum Euphorbiae</i>	F, M, A	278 (+++)	396 (+++)	371 (+++)	1045
<i>Aphis fabae</i>	M, A, M	95 (+)	128 (++)	110(++)	333
<i>Aphis craccivora</i>	M, A, M	29 (+)	43 (+)	31 (+)	103
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	F, M, A, M	115 (++)	313 (+++)	121 (++)	549
<i>Aphis nasturtii</i>	F, M, A	38 (+)	37 (+)	18 (+)	93
<i>Rhopalosiphum padi</i>	F, M, A	181 (+++)	281(+++)	186 (+++)	648
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	M, A, M	64 (+)	60 (+)	33 (+)	157
<i>Sitobion avenae</i>	M, A, M	171 (+++)	153 (+++)	98 (++)	422
<i>Schizaphis graminum</i>	F, M, A, M, J	104 (++)	128 (++)	82 (++)	314
<i>Métopolophium dirhodum</i>	A, M, J	9 (-)	5 (-)	1 (-)	15
<i>Diuraphis noxia</i>	F, M, A, M	68 (+)	62 (+)	54 (+)	184
Total		2161	2195	1502	5858

(+++)= Forte présence (++) = Présence moyenne (+) = Faible présence (-) = Présence insignifiante

Le nombre d'espèces de pucerons inventoriées est donc assez important sur les espèces de céréales étudiées, mais l'importance des ailés pièges réside dans le fait qu'elles peuvent être porteurs potentiels de maladies virales transmissibles même s'ils ne se développent pas sur le feuillage de l'hôte attaqué ; l'absence de l'hôte primaire ne signifie pas qu'il n'y a pas non plus risque d'attaques de pucerons.

Les régions céréalières de l'Est sont pour la plupart situés dans des hauts plateaux généralement ouverts et exposés aux vents dominants, situation favorable aux afflux d'aphides des régions avoisinantes. D'après Van Harten (1974), les pucerons ailés peuvent parcourir de très grandes distances (160 à 1200 Km). De plus, certaines espèces de pucerons sont capables de rester toute l'année sur les hôtes envahis (secondaires) sans retourner sur leurs hôtes primaires ce qui par ailleurs explique la présence de colonies d'individus de différentes espèces sur certaines plantes non cultivées (plantes adventices) et qui peuvent devenir des hôtes potentiels de départ d'infestations. Nous rejoignons alors nos analyses précédentes où *Myzus persicae*, ressort comme l'espèce prédominante avec un taux de prévalence moyen de 33,31 % (Tab.18).

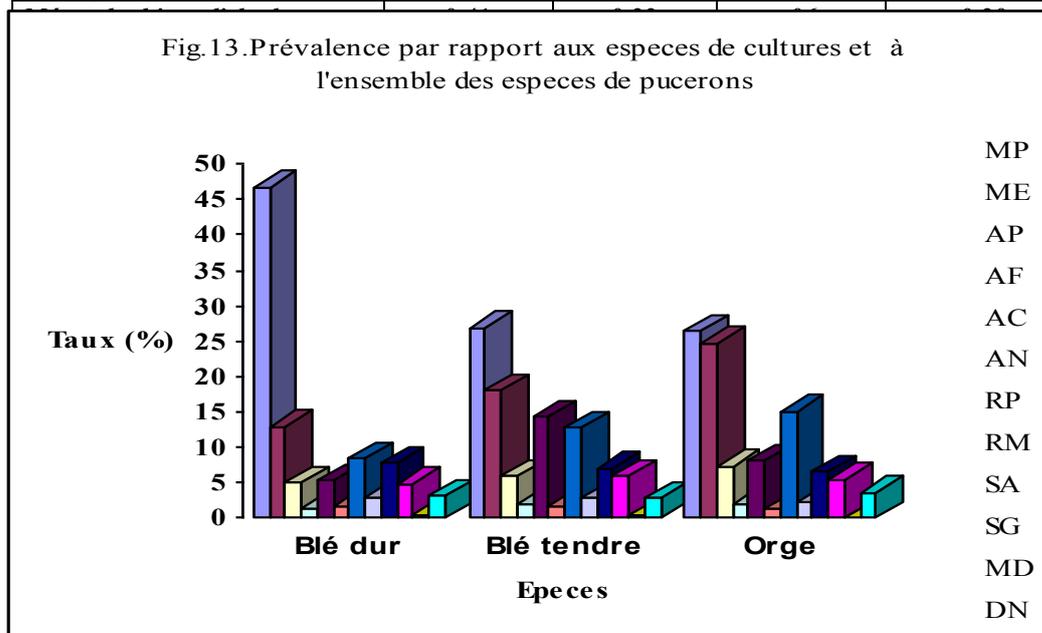
Parmi les autres pucerons rencontrés et reconnus dangereux sur les céréales pour leurs aptitudes à transmettre des virus, viennent ; *Rhopalosiphum padi* avec 12,06 %, *Sitobion avenae* (7,09 %) *Schizaphis graminum* (5,36%), et *Diuraphis noxia* (3,18 %). Alors que le reste des espèces est

Représenté par des faibles taux oscillant entre 1,2 % et 6 %, excepté pour l'espèce *Macrosiphum euphorbiae* qui atteint un taux de présence élevé (18%), ce qui s'explique par la spécificité de cette espèce inféodée à la pomme de terre, généralement cultivée à proximité des céréales et dont des résidus de vols d'infestations ou bien leurs rejets de saisons précédentes peuvent aboutir sur les céréales.

Il apparaît également que le maximum de l'activité des principaux vecteurs est située entre les mois de mars et le début du mois de juin, périodes au cours desquelles des espèces telles ; *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, *Schizaphis graminum*, et *Diuraphis noxia* sont rencontrées en abondance sur les différentes espèces de céréales (Tab.17, 18 ; Fig.20) .

**Tableau .18 . Captures moyennes (%) des espèces de pucerons ailés
Durant la période (2000-2006)**

Espèces	Blé dur	Blé tendre	Orge	Taux moyens
<i>Myzus persicae</i>	46,69	26,83	26,43	33,31
<i>Macrosiphum Euphorbiae</i>	12,86	18,04	24,70	18,53
<i>Aphis fabae</i>	4,93	5,83	7,32	6,02
<i>Aphis craccivora</i>	1,34	1,95	2,06	1,78
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	5,32	14,25	8,05	9,20
<i>Aphis nasturtii</i>	1,75	1,68	1,19	1,54
<i>Rhopalosiphum padi</i>	8,37	12,80	15,02	12,06
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	2,96	2,73	2,19	2,62
<i>Sitobion avenae</i>	7,79	6,97	6,52	7,09
<i>Schizaphis graminum</i>	4,81	5,83	5,45	5,36



**Figure 20 : Captures moyennes (%) des différentes espèces de pucerons
Par rapport aux espèces de cultures et à l'ensemble des espèces de pucerons.**

Ainsi, il est difficile de présenter une description fidèle des fluctuations saisonnière d'abondance des espèces aphidiennes surtout lorsque celles-ci se développent sur des hôtes variés et constituent sur ces plantes, des colonies mixtes en association.

Les résultats obtenus donnent un aspect sur quelques uns des facteurs qui conditionnent les vols de printemps et déterminent les périodes des pressions des vols des ailés sur leurs hôtes.

D'autres facteurs tels ; le choix et l'environnement particulier des stations de piégeage, l'état végétatif de la plante hôte, etc., peuvent être aussi en étroite corrélation avec la pression des vols (Schwartz, 1969 ; in Remaudière, 1985).

4.2.1.2. Influence de la diversité spécifique des pucerons capturés sur la présence BYDV

En se référant aux calculs de l'indice de diversité de Shannon (H') effectués sur l'ensemble des captures réalisés dans les différentes régions (Tab.19, Fig.21), il apparaît une certaine homogénéité des dispersions des différentes espèces de pucerons selon les années et les régions excepté pour l'année 2004 caractérisée comme mentionné plus haut par son exceptionnalité.

L'ensemble des pucerons capturés, y compris les pucerons vecteurs, ne semble pas présenter de corrélations avec la présence du BYDV (Tab.20).

Toutefois, la biodiversité des pucerons, représentée par l'indice de Shannon calculé (H'), présente une corrélation très significative (0,49) avec le BYDV constaté sur le terrain (Fig.22).

Mais nous constatons également à travers cette analyse que l'espèce la plus dominante est dans toutes les régions *Myzus persicae* avec une moyenne de 133 individus par site de capture démontré précédemment dans l'ANOVA des captures globales (Tab.12).

Tableau.19. Indice de diversité de Shannon pour les Pucerons capturés dans les différents sites.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Constantine	1,937	2,007	1,955	1,804	1,920	1,993
Mila	2,118	1,933	1,900	1,886	1,984	1,875
Guelma	1,914	2,005	1,931	1,520	1,846	1,798
Souk Ahras	2,034	2,088	2,043	1,937	1,906	1,963
An. Tarf	1,991	1,965	1,829	1,966	2,011	2,026
Moyenne	1,999	2,000	1,931	1,822	1,933	1,931

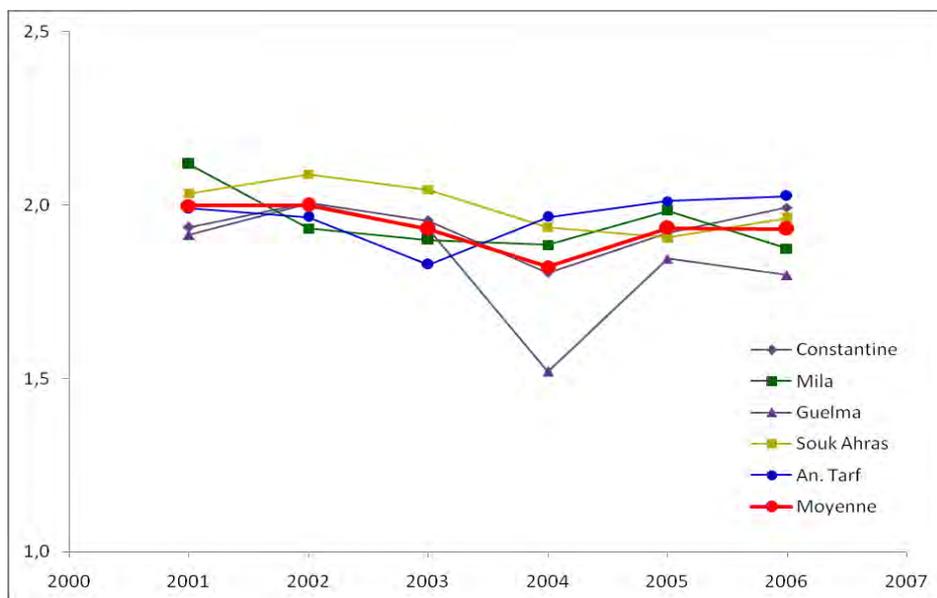
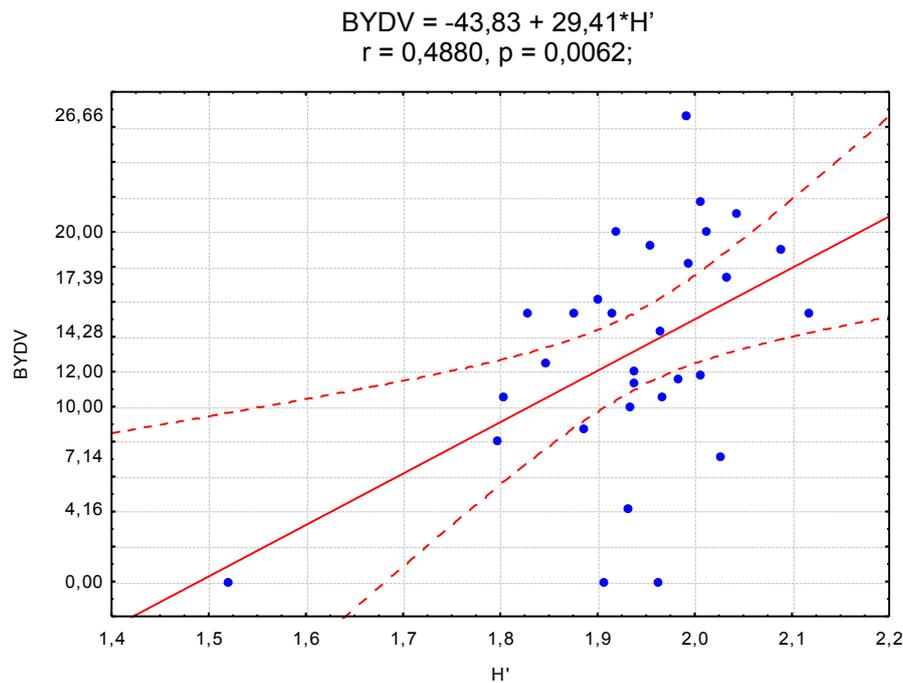


Figure. 21. : Indice de diversité de Shannon pour les cinq régions étudiées

Tableau 20 : Corrélations de BYDV avec les données biologiques

	MP	ME	AF	AC	AP	AN	RP	RM	SA	SG	MD	DN	TP	H'
BYDV	-0,18	-0,31	-0,07	-0,01	-0,12	0,03	-0,07	0,31	-0,01	-0,01	0,29	0,30	-0,16	0,49**



**Figure 22 : Relation biodiversité des pucerons capturés et le BYDV
Constatés sur le terrain**

Cette espèce est suivie par *Macrosiphum euphorbiae* « ME » (69,73 ind. par région) ; en ce qui concerne les espèces vectrices du BYDV, l'analyse montre que l'espèce *Ropalosiphum padi* est prédominante en nombre (43,20 ind. par région) alors que *Métopolophium dirhodum* est l'espèce la moins abondante (1 ind. par région), ce qui vient conforter encore plus nos analyses d'ANOVA et de corrélations précédentes.

Aussi, et au vu des éléments qui précèdent, il existerait vraisemblablement une relation directe entre les observations symptomatologiques constatées sur le terrain et la présence de pucerons vecteurs.

4.3. Diagnostique sérologique

Comme la symptomatologie directe ne peut représenter une méthode universelle car comportant de nombreuses insuffisances, nous avons eu recours à un diagnostique plus fiable et plus performant en faisant appel à la technique du DAS ELISA direct ou *Double Antibody Sandwich* ELISA direct (Clark. et Adams., 1977 ; Lot. et Lecoq, 1986).

Des groupes d'échantillons prélevés sur les espèces de céréales (BD, BT et O) au niveau des différents sites prospectés ont subits des épreuves sérologiques. Environ 1410 échantillons pris sur le $\frac{1}{3}$ du total des parcelles prospectées pour chaque espèce et pour chaque région ont été traités durant les années 2000-2006 (Tab.21).

4.3.1. Identification du BYDV

Les résultats obtenus ont mis en évidence et confirmé donc la présence du BYDV (VJNO) dans nos champs de céréales malgré les confusions incriminant souvent les symptômes observés à divers phénomènes physiologiques et ou bien à des effets de carences nutritionnels. Deux anti-sérums parmi les trois testés (PAV, MAV et RPV) ont réagi positivement sur un grand nombre d'échantillons provenant des différentes régions. (Tableau. C, D, annexe)

4.3.1.1. Identification des Pathotypes PAV et MAV

Les Pathotypes ont été identifiés dans la plupart des cas des espèces testées à des taux allant de 22 % à 66 % pour le sérotype PAV, de 16 % à 44% pour le sérotype MAV tandis que le Pathotype RPV est totalement inexistant. Ainsi, la variante « souche » PAV apparaît comme le Pathotype le plus fréquent sur toutes les espèces et dans toutes les régions (Tab.21, 22 ; Fig.23).

Les fréquences les plus significatives notées sont induites par la variante « souche » PAV et concernent surtout sur le blé dur et l'orge notamment dans les régions de : Constantine, Mila, alors que la souche MAV semble s'adapter indifféremment aux régions et aux trois espèces à des taux sensiblement proches les uns des autres.

Le Pathotype ou variante PAV est également très représenté chez l'Orge comparativement et relativement au nombre d'espèces éprouvées (Tab.23). Cependant si l'on se réfère à la présence des deux Pathotypes (PAV+MAV) dans les espèces comme représentant la maladie, nous constaterons alors que l'orge est l'espèce la plus touchée par le BYDV dans toutes les régions étudiées (Fig.24).

Ce qui est clairement et nettement illustré par la figure.24, en montrant bien que l'orge est l'espèce la plus touchée par le BYDV (VJNO) et représente probablement la céréale la plus prédisposée aux attaques du BYDV (VJNO).

En effet, cela s'explique bien par l'orge espèce qui est une céréale généralement précoce à cycle plus ou moins court et dont le stade végétatif (Tallage) le plus sensible correspond aux moments des fortes activités des pucerons spécifiques vecteurs.

Tableau 21 Nombre total d'échantillons testés (2000-2006)

Régions Années/Espèces	Constantine			Mila			Guelma			S / Ahras			Anna/ El Tarf			Total
	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O	
2000-2001	36	60	6	12	24	12	12	24	18	6	18	24	6	12	6	276
2001-2002	30	42	18	12	24	0	18	18	12	12	18	12	6	12	6	240
2002-2003	42	48	12	12	30	18	24	24	0	12	12	6	12	12	0	164
2003-2004	42	30	6	12	24	12	24	30	0	24	12	12	6	18	0	258
2004-2005	24	30	6	18	24	12	12	18	6	12	24	0	6	12	0	204
2005-2006	12	12	6	12	12	0	18	24	6	12	18	0	12	12	6	174
Total	192	228	50	78	138	54	108	138	42	84	108	54	54	78	18	1410

Tableau .22. Réponses des différents sérotypes PAV et MAV vis-à-vis des différentes Espèces (Fréquence en nombre d'échantillons par espèces et régions ayant répondu positivement aux tests)

Régions Espèces	Constantine			Mila			Guelma			S / Ahras			Annaba El Tarf		
	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O
Nbre Echantillons	192	228	54	78	138	54	108	138	42	78	102	54	48	78	18
Pathotypes PAV (+)	67	51	24	28	30	20	30	40	21	22	33	15	14	19	10
Pathotypes MAV (+)	31	41	14	14	24	16	25	34	15	17	21	14	13	15	8
Pathotypes RPV (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAV+MAV (+)	98	92	38	42	54	36	55	74	36	39	54	29	27	34	18

Tableau .23. Réponses des différents sérotypes PAV et MAV vis-à-vis des différentes Espèces de différentes régions Taux (%) d'échantillons par espèces et régions ayant répondu positivement aux tests

Régions Espèces	Constantine			Mila			Guelma			S / Ahras			Annaba El Tarf		
	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O	BD	BT	O
Taux PAV (%)	34,89	22,36	44,44	35,89	57,63	37,03	37,04	66,031	50	28,20	32,35	27,77	29,16	24,35	55,55
Taux MAV (%)	16,14	17,98	25,92	17,94	17,39	29,62	23,14	24,63	35,71	21,79	20,58	25,92	27,08	19,23	44,44
Taux PAV+MAV (%)	51,04	40,35	70,37	53,84	39,13	66,66	50,92	53,62	85,71	50	52,94	53,70	56,25	43,48	88,88

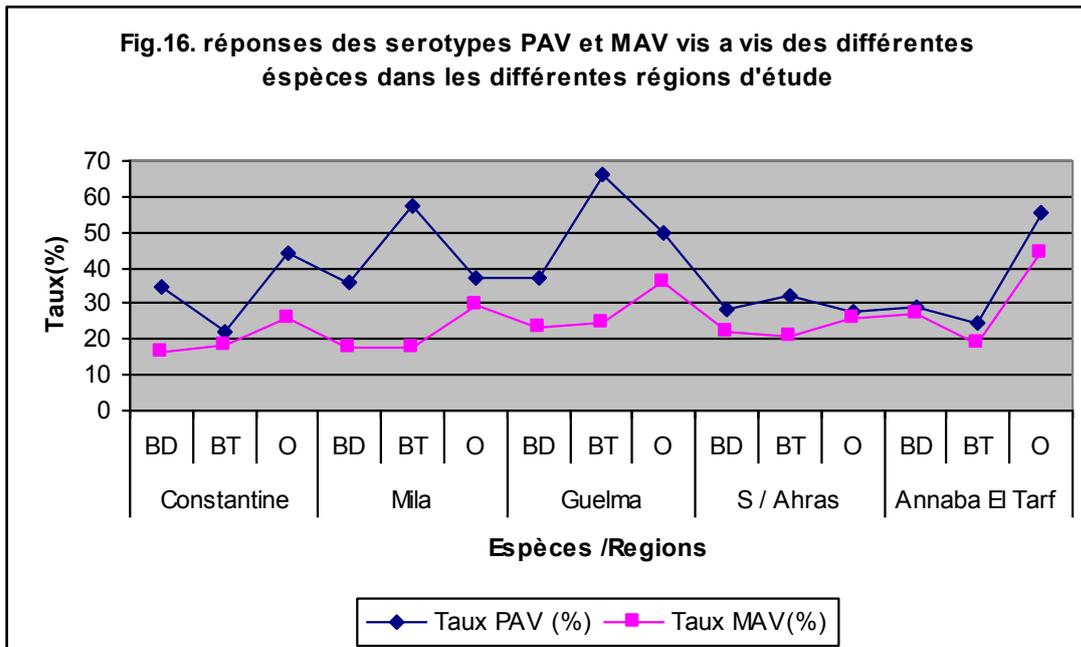


Figure 23. Réponses des sérotypes PAV et MAV vis-à-vis des différentes espèces dans les différentes régions d'étude
Fig.17. Impact des pathotypes PAV+MAV sur les différentes espèces et leur importance dans les régions d'étude

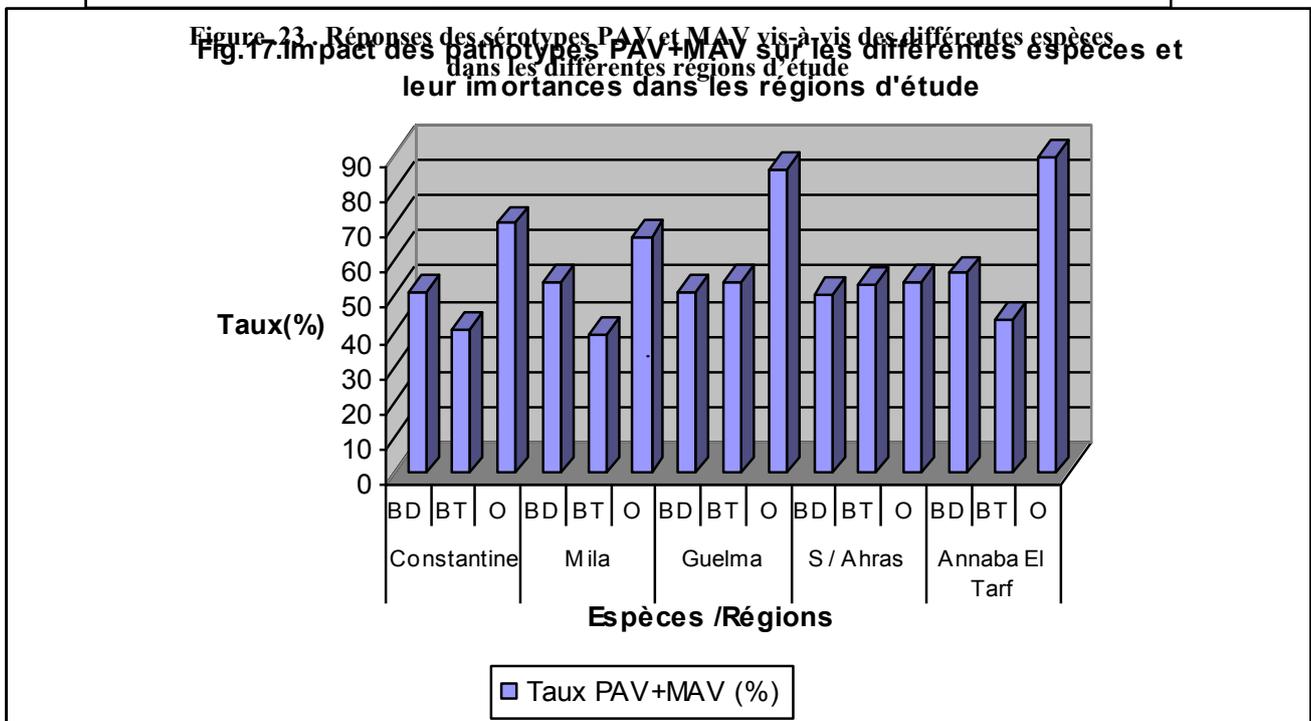


Figure . 24 . Impact des Pathotypes PAV+MAV sur les différentes Espèces et leur importance dans les régions d'étude

4.3.1.2. Le Pathotype PAV

De manière globale, le Pathotype PAV est plus ou moins présent dans les différentes céréales avec une préférence pour l'orge ce qui est démontré par l'ANOVA réalisée qui révèle un effet espèce très significatif ($F = 5,400, p = 0,006$), ce qui confirme également nos précédentes observations. Par ailleurs, l'ANOVA n'a pas révélée d'effet région significatif ($F = 0,739, p = 0,568$).

Toutefois, il ressort que le Pathotypes PAV présente des différences (types de céréales) selon les régions étudiées sauf pour la région de Annaba El Tarf. Ainsi, l’orge apparaît aussi comme la céréale la plus touchée dans la région de Constantine alors que c’est le cas du blé dur dans les régions de Mila et Guelma, et le blé tendre dans la région Souk Ahras (Fig.25).

L’effet espèce révélé pour l’orge semble s’expliquer par la forte présence du PAV sur l’orge dans la région de Constantine (Fig.25).

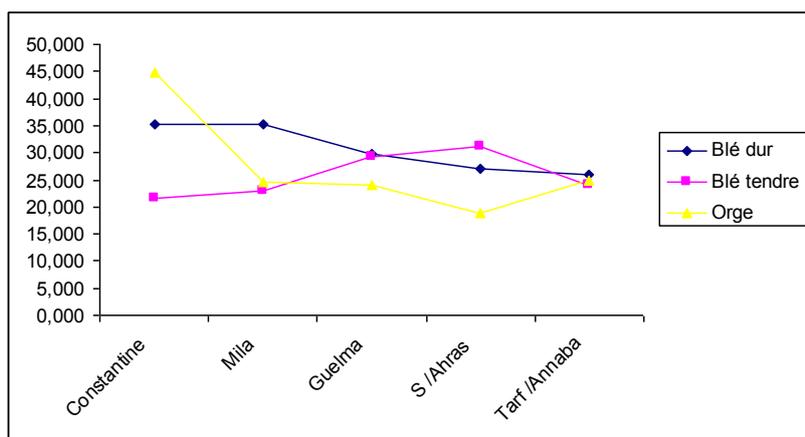


Figure 25 : Variations du Pathotype PAV dans les régions étudiées

4.3.1.3. Le Pathotype MAV

Le Pathotype MAV présente également et globalement la même physionomie de présence que pour le PAV avec toujours une prédominance pour l’espèce orge.

Effectivement, un effet espèce significatif a été noté ($F = 4,089$, $p = 0,020$) au cours de l’analyse ANOVA .Le Pathotype MAV présente également des variations régionales.

Ainsi, l’orge est l’espèce la plus touchée dans les régions de Constantine et Mila, alors que c’est le cas du Blé tendre dans la région de Guelma et le blé dur dans les régions de Souk Ahras et Annaba El Tarf (Fig. 26). La même observation faite pour le PAV pour l’effet espèce (orge).

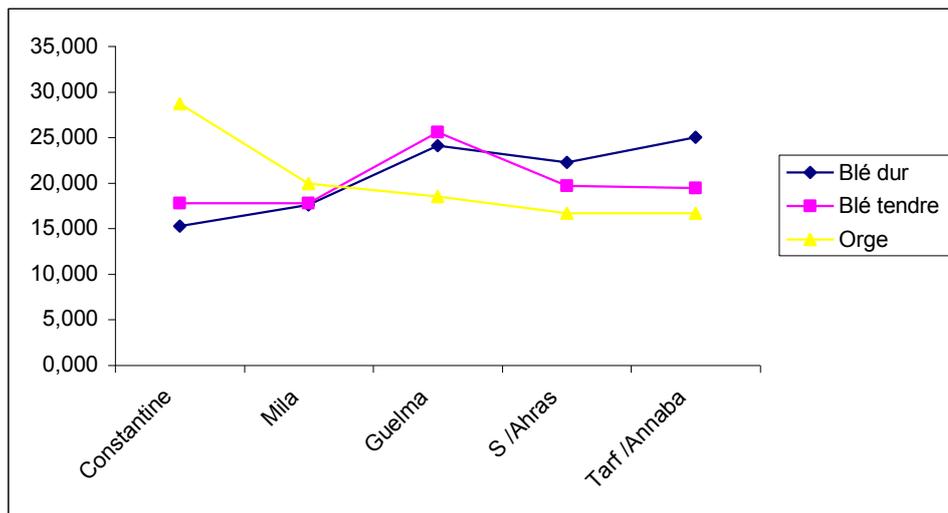


Figure 26 : Variations du Pathotype MAV dans les régions étudiées

4.3.1.4- Relation PAV et MAV

La souche PAV apparaît donc comme Pathotype le plus fréquent dans toutes les régions. Malgré que le MAV soit moins important, il est presque toujours associé au PAV avec des alternances pour les espèces de céréale touchées ce qui est démontrés par l’étroite relation entre les deux Pathotypes identifiés (Fig.27).

Par ailleurs, globalement, il s’avère que l’orge est toujours l’espèce la plus touchée par les deux Pathotypes alors que le blé tendre est le moins touché. En effet, l’orge présente une sensibilité plus importante par rapport aux deux autres espèces de céréales étudiées et ainsi il présente une prédisposition aux attaques du BYDV ce qui conforte les observations faites auparavant (voir IV-2-3 et IV-2-4).

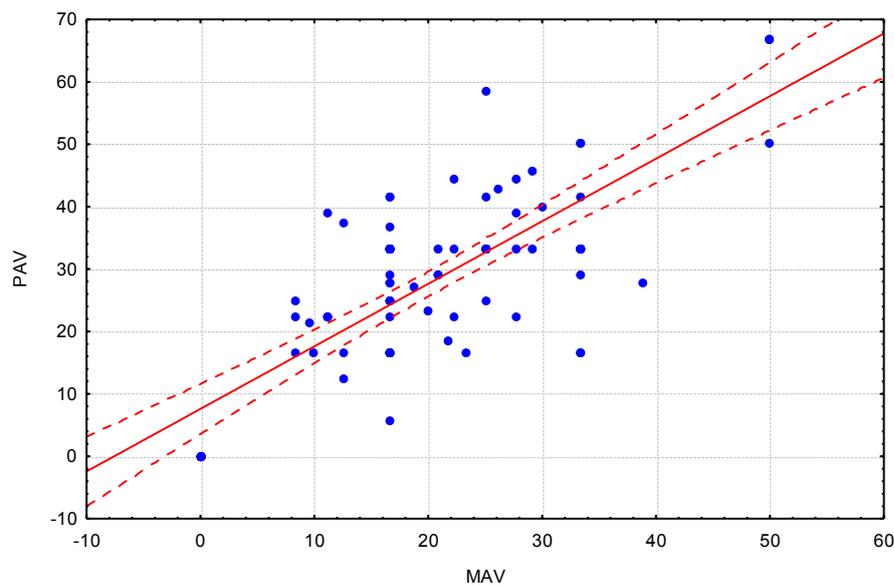


Figure.27. Relation entre les deux Pathotypes identifiés

4.4. Etude de l'impact des transmissions au laboratoire et aux champs (*in labo. et in vivo*) sur quelques espèces des céréales.

4.4.1. Les transmissions au laboratoire (en pots)

L'expérimentation réalisée en pots a porté sur le Comportement de 14 variétés appartenant aux espèces de céréales (Blé et orge) vis à vis du BYDV d'une part, d'autre part sur l'aptitude des différentes espèces de pucerons (RP, DN, SAV), à transmettre du Virus.

Ce travail est basé particulièrement sur l'extériorisation des symptômes après inoculation puis vérification sérologique à l'aide du test ELISA. (Tab.24) .Ainsi, les premiers symptômes sont apparus dès le 30^e jour par le changement de couleur des plantes qui ont reçu du virus lors de l'inoculation. L'expression des symptômes est mesurée par le nombre de plantes qui ont extériorisé réellement des symptômes typiques. Celle -ci s'exprime par un jaunissement des sommets des feuilles atteintes dès le 20^e jour, qui descendent vers le bas sous la forme d'un V renversé jusqu'à atteindre toute la feuille. Vers le 40^{ème} jour, les symptômes observés sur les variétés d'orge tirent plutôt vers la couleur rosé- rouge (Pl.6). C'est ainsi qu'on note une nette différence en plantes atteintes et présentant **des** symptômes typiques frappants, provoqués notamment par l'espèce *Rhopalosiphum padi* et par rapport à leurs témoins, qui semblent être plus vigoureux (Pl.6 ; Tab.24,). Les pots étant placés dans les conditions naturelles (mais sous abris) ont subit quelque peu l'influence des aléas climatiques (EndT., et Ladeveze L., 1993) et notamment l'éclairage dont l'impact n'est certainement pas négligeable

Roland G., (1962) à montré que l'apparition de la pigmentation pathologique sur les feuilles inoculées est meilleure lorsque l'éclairage (5000 lux) était continu ; nous noterons également que l'absence de réaction de certaines plantes n'indique pas nécessairement un manque de contamination. (Lister R.M.et Rochow W.F., 1978 ; Mehrad M., Lapierre H., et Maury Y., 1978).

Il ressort ainsi des résultats enregistrés une certaine variabilité dans l'expression des symptômes et même dans le comportement des différentes variétés utilisées rejoignant ainsi les résultats obtenus par Morreau, 1993. Les différences enregistrées sont d'autant plus prononcée chez les variétés d'orges que les variétés de blé tendre et blé dur.

En effet les variétés d'orge Acsad et Saida semblent les plus affectées symptomatologiquement par rapport aux variétés des autres espèces. Il ressort aussi que les blés tendres apparaissent plus sensibles au BYDV que les blés durs.

Planche.6. Symptômes de BYDV induits après inoculation



Tableau.24. Réactions des différentes variétés aux Transmissions réalisées par RP, DN, et SA

Espèces	Variétés	RP		DN		SA		Témoins NT	%
		Nb. Pl. Inf.	%	Nb. Pl. Inf.	%	Nb.Pl. Inf.	%		
Orges	Saida	5/7	71,42	3/5	60	1/6	16,66	0/6	0
	Acsad	8/8	100	4/6	66,66	3/6	50	2/7	28,57
	Moy	13/15	86,67	7/11	63,64	4/12	33,33	2/13	15,38
Blés durs	Bidi.17	1/4	25	2/8	22,22	4/6	66,66	0/5	0
	Md BB	3/7	42,84	2/6	33,33	1/8	12,50	0/7	0
	Hadba.3	3/10	30	4/11	36,36	2/8	25	0/10	0
	O.Zenati	3/4	74,99	3/7	42,85	4/6	66,66	0/8	0
	Waha	2/5	40	1/8	25	2/6	33,33	1/11	9,09
	Tride	3/8	42,50	2/10	20	1/7	14,28	0/9	0
	Bousselam	4/7	57,14	5/12	41,75	4/9	44,44	2/8	25
	Geta dur	3/5	60	3/8	42,50	3/8	42,50	1/10	10
	Vitron	2/6	33,33	3/8	42,50	5/11	45,31	1/11	9,09
	Moy.	24/56	42,86	25/78	32,05	26/69	37,68	5/79	6,33
Blés tendres	HD.1220	3/5	60	3/10	30	4/8	50	0/7	0
	Anza	5/7	71,42	3/8	42,50	2/7	28,58	0/5	0
	M.Demias	4/5	80	6/9	66,66	2/5	40	1/7	14,28
	Moy.	12/17	70,59	12/27	44,44	8/20	40	1/19	5,26

Parmi les blés durs, les variétés O.Zenati,(74,99%), Geta Dur (60%), et Bousselam(57,14%) semblent être les plus sensibles , par contre les variétés Bidi.17 (25%), Hedba.3 (30%) et Vitron (33,33%) semblent présenter des caractères de tolérance au BYDV (Tab.24). Au plan de la capacité vectrice, RP apparaît comme meilleur vecteur que DN et SA et ce par rapport aux différentes plantes inoculées et leur témoins. Les plantes inoculées par RP sont plus affectées au point de vue clinique que par rapport par rapport aux témoins d'une part et aux plantes inoculées par DN et SA (Tabl.24)

L'espèce RP se révèle ici le meilleur vecteur et donc comme le vecteur principal du VJNO comme rapporté par les travaux de Wyatt S.D., Seybert L.J., et Mink G., 1988 ; et Gamon A., 1989. L'ANOVA réalisée sur l'impact de « l'Effet des pucerons sur les espèces de céréales » et de « l'Effet moyen comparé entre les espèces de pucerons » montre un effet significatif de RP ($F=7,112$; $p= 0,010$) et DN ($F=5,873$; $p= 0,018$) avec une préférence pour l'espèce orge. Alors qu'il n'est pas significatif pour SA, mais avec une aptitude préférentielle pour les blés (Fig.28).

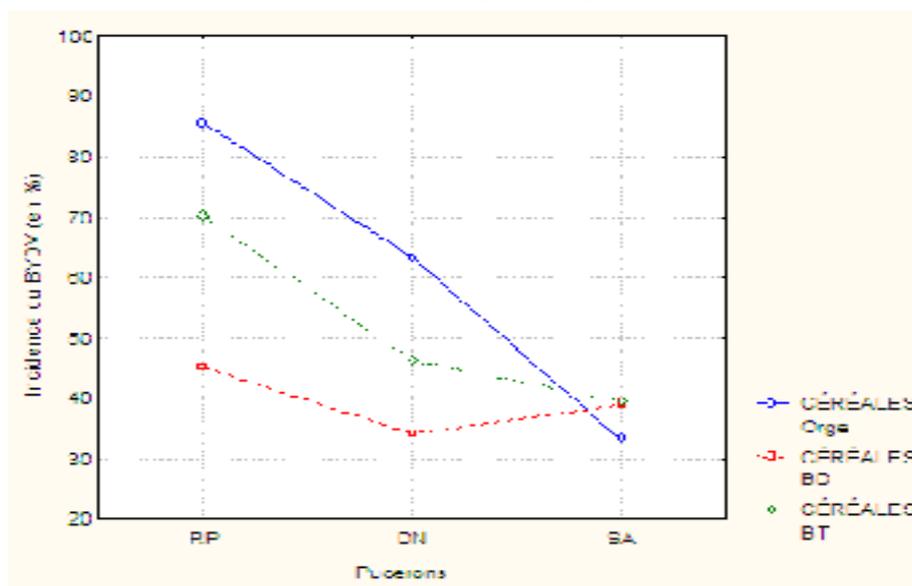


Figure .28. Incidence de la transmission du BYDV par les différentes espèces de pucerons Etudiées

Par ailleurs et de manière globale l'étude fait ressortir un Effet céréales Très significatif ($F= 5,764$; $p=0,007$), un Effet maladie (Pav, Mav) hautement significatif ($F= 8,931$; $p<0,001$) alors qu'elle enregistre un Effet interaction non significatif ($F=2,290$; $p=0,081$). Aussi les espèces de pucerons RP et DN présentent les mêmes séquences d'incidences, ce qui sous entend qu'ils se présentent dans nos conditions comme les deux pucerons vecteurs les plus efficaces, bien que le puceron

SA apparaisse comme les deuxièmes pucerons en présence massive ; dans les cultures cette espèce étant connue comme un puceron des épis et sachant que les inoculations ont été réalisées au stade trois feuilles. De plus l'étude de l'incidence des lectures DO (Tab.25, Fig.29) montre que le BYDV affecte le plus l'espèce orge suivi par le blé dur puis le blé tendre de manière très significative (F=15,351 ; p< 0,001). Il ressort également que le Pathotype PAV est plus important que MAV et que la différence entre les deux Pathotypes est très significative (F=10,259 ; p=0,004).

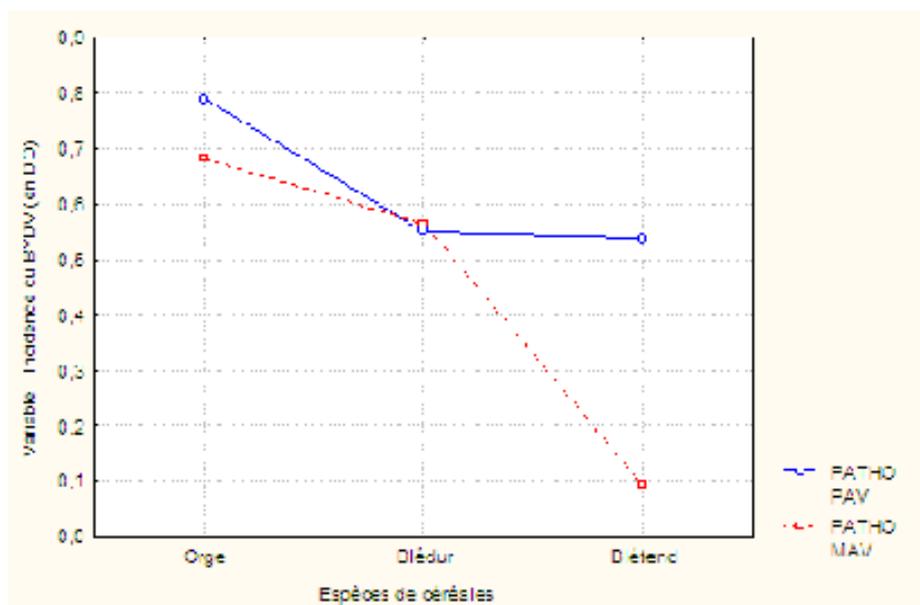


Figure. 29 . Influence de la maladie (BYDV) sur les des différents espèces de céréales étudiées

Tableau .25.Réactions des différentes variétés aux sérotypes PAV et MAV

Espèces	Pathotype Variétés	PAV		MAV	
		Lect. DO	Incidence	Lect. DO	Incidence
Orges	Saida	0,72-0,69	0,705	0,70- 0,55	0,625
	Acsad	0,92-0,83	0,875	0,79-0,69	0,740
	Moy.		0,790		0,683
Blés durs	Bidi.17	0,37-0,43	0,400	0,41-0,43	0,420
	Md BB	0,35-0,39	0,370	0,37-0,36	0,365
	Hadba.3	0,52-0,48	0,500	0,62-0,45	0,535
	O.Zenati	0,74-0,60	0,670	0,66-0,67	0,665
	Waha	0,68-0,89	0,785	0,86-0,79	0,825
	Tride	0,43-0,51	0,470	0,39-0,61	0,500
	Bousselam	0,61- 0,47	0,540	0,50- 0,57	0,535
	Geta dur	0,62-0,65	0,635	0,66-0,45	0,555
	Vitron	0,60-0,56	0,580	0,70-0,66	0,680
	Moy.		0,550		0,564
Blés tendres	HD.1220	0,48-0,50	0,490	0,39-0,59	0,490
	Anza	0,55-0,62	0,585	0,65-0,52	0,585
	M.Demias	0,52-0,60	0,560	0,57-0,48	0,525
	Moy.		0,545		0,533
	PAV	MAV	RPV		
	T (-) 0,06	0,11	0,09		

4.4.2. Les transmissions au champ

Dans cet expérimentation les 05 variétés mises à essai sont traitées respectivement et aléatoirement par des ensembles de 50 pucerons (RP, DN, SA) ayant été contaminés par différentes variantes du virus. Au cours de cet essai nos observations ont porté notamment sur des facteurs mesurables « hauteur des plants », (sachant que le BYDV provoque un nanisme chez les plants inoculés), et les rendements.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 26. Ceci nous permet de relever une différence avérée en hauteurs et en rendements des plants ayant subi des transmissions par les différentes espèces de pucerons. Ces différences notées par rapport aux témoins respectifs, sont caractérisées par une variabilité de comportement marquée entre les différentes espèces de céréales, induisant du même coup une variabilité d'efficacité inter spécifique des pucerons. Par ailleurs l'incidence de la maladie est mesurée par l'expression symptomatologique, appréciée par l'utilisation de l'échelle de notation CIMMYT (0 - 9).

Tableau 26. Essai de transmission au champ

Espèce Variétés	Hauteur (Cm)						Rendement (Qx)			T / Hauteur (Cm)	T / Rendts (Qx)
	RP*	(I°)	SA*	(I°)	DN*	(I°)	RP*	SA*	DN*		
Bidi 17	61,6	3	60	3	58,9	4	16	19,5	17,7	81	26
O.Zenati	69	3	67	4	74,5	3	19	17	20	78	21
Hedba	69	5	65,5	5	67	5	14	12	12,5	79,7	17
Acsad	45	5	48	5	43,5	5	15	17	14,6	58	18
Saida	51	5	50,5	5	49,5	5	17	15,6	16	56,5	22
HD 1220	44,4	4	45	4	46,2	5	18	19,75	17	61	26
M.Demias	53	5	52,5	5	55,1	5	8,50	8	9	72,8	12
Anza	40	4	43	4	46,1	4	0,9	11	11,25	59	15

(*) : Espèces de pucerons en cause ; (I°) : Indice de sévérité de la maladie

C'est ainsi que nous distinguons des symptômes très expressifs chez les variétés d'orge Acsad et Saida, ce qui nous amène à penser que ces variétés sont très sensibles à la maladie du point de vue comportement.

Chez les blés durs, la variété Hedba présente un comportement plus sensible que les variétés O.Zenati et Bidi 17. Quant aux blés tendres, les variétés Anza et HD1220 semblent exprimer moyennement le symptôme de la maladie par rapport à la variété M.Demias. Ces résultats

Rejoignent nos observations constatées dans l'expérimentation au laboratoire (pots) ou les symptômes les plus expressifs sont observés surtout chez les variétés d'orge. Ainsi, selon l'indice de sévérité de la maladie (Tab.26) il apparaît que les orges seraient plus sensibles au BYDV (VJNO), viennent après les blés tendres, puis les blés durs, ce qui est de plus vérifiée par l'étude de l'ANOVA de cet essai sur l'incidence des transmissions, sur la croissance en hauteur des espèces de céréales étudiées ainsi que de leurs rendements. (Fig.30, 3i ; Pl.6,7).

➤ Facteurs hauteur

Cas de l'Orge : la séquence de l'efficacité des pucerons en causes se présente comme suit : SA > RP > DN alors que la séquence d'incidence de la maladie se présentait RP > DN > SA.

Cas du Blé dur : la séquence de l'efficacité des pucerons en causes se présente comme suit : DN > RP > SA alors que la séquence d'incidence de la maladie se présentait RP > SA > DN.

Cas du blé tendre : la séquence de l'efficacité des pucerons en causes se présente comme suit : RP > DN > SA alors que la séquence d'incidence de la maladie se présentait RP > DN > SA.

Il s'en suit de cette analyse que la hauteur des différentes espèces n'est pas automatiquement affectée par l'espèce la plus efficiente (selon l'étude *in labo.*), notamment dans les cas du blé dur et l'orge, alors que l'impact sur la hauteur est nettement observable par l'effet de l'efficacité des espèces vectrices (RP) dans le cas du blé tendre.

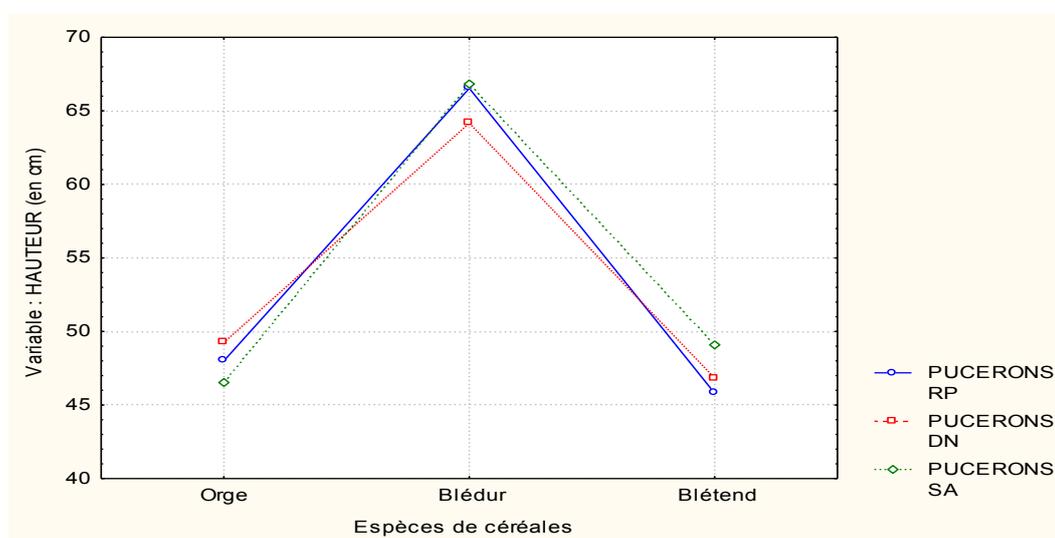


Figure 30. Incidence des transmissions des pucerons étudiés sur la croissance en hauteur des espèces de céréales.

➤ Facteur Rendements

En ce qui concerne le facteur rendement, la séquence de l'effet pucerons, montre que l'influence de l'espèce **RP** est prédominante sur les autres espèces, **DN et SA**. Tandis que dans la séquence céréales, l'impact sur les rendements apparaît plus accentué sur les orges que les autres espèces blé tendre et blé dur. Par ailleurs, selon la figure 26 on peut constater :

Cas de l'Orge : la séquence de l'efficacité des pucerons en causes se présente comme suit : **SA > RP > DN** alors que la séquence d'incidence de la maladie se présentait **RP > DN > SA**.

Cas du Blé dur : la séquence de l'efficacité des pucerons en causes se présente comme suit : **DN > RP > SA** alors que la séquence d'incidence de la maladie se présentait **RP > SA > DN**.

Cas du blé tendre : la séquence de l'efficacité des pucerons en causes se présente comme suit : **RP > SA > DN** alors que la séquence d'incidence de la maladie se présentait **RP > DN > SA**.

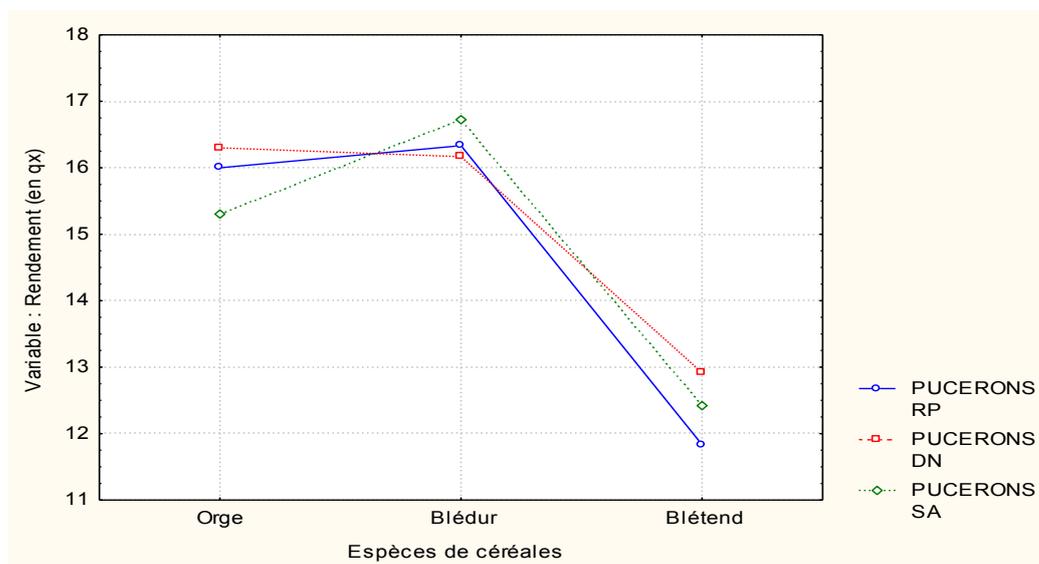


Figure .31. Incidence des transmissions des pucerons Étudiés sur le rendement des espèces de céréales

Ainsi, on retrouve la même situation que précédemment (cas de la hauteur). En effet, l'espèce qui affecte le plus la hauteur affecte également les rendements des types de céréales correspondants. Par ailleurs les effets inter actionnelles, Orges, blé tendre, blé dur, révèlent que le blé tendre subit le plus les effets de la maladie sur le rendement. étant donné que **RP** s'était avéré comme le vecteur le plus efficace de la maladie, ce qui rejoint les résultats des travaux obtenus par Wyatt SD et al. (1988) et Gamon A. (1989.).

Planche.7

Premiers symptômes de JNO, induits après inoculations
sur parcelles expérimentales



4.5 .Etude de l'influence du BYDV sur le comportement de génotypes de blé soumis a un stress hydrique.

Il est bien connu que les caractéristiques climatiques des zones céréalières d'Algérie font que les cultures des céréales se trouvent en générale exposées aux contraintes liées à une sécheresse intermittente, à des gelées tardives, ainsi qu'à des températures élevées intervenant durant les phases sensibles du développement du grain (gonflement, remplissage). par ailleurs, il est bien connu aussi que l'impact du virus de la jaunisse nanisante de l'orge (VJNO) sur la croissance et les rendements est d'autant plus important que la plante est soumise à une contrainte stressante.

De nombreuses observations, et études révèlent que les effets du virus sur la plante sont d'autant plus importants que celle-ci est soumise à une contrainte hydrique (Saint-Pierre C.A., Monneveux P., Comeau A. ,1990). Ainsi une approche d'étude portant sur le comportement de 12 génotypes de blé soumis l'influence du stress viral VJNO dans des conditions de stress hydrique a été abordée ici en impliquant plus particulièrement le paramètre : Teneur relative en eau (TRE).

➤ Stress hydrique sans Virus

Cette étude révélera sous un régime hydrique normal (S0) et sans stress Viral, que les différents cultivars testés enregistrent des teneurs relatives en eau élevées avec un maximum relevé chez la variété de blé dur (Bidi 17) qui enregistre une valeur égale à (97.04 ± 0.73) et un minimum enregistré pour la variété de blé tendre (Arz) de (91.78 ± 5.43) .

Sous un régime (S1) et sans stress Viral, on constate qu'il y a une faible variabilité de la TRE entre l'ensemble des cultivars étudiés enregistrant des valeurs allant de 91.16 ± 0.77 à 94.30 ± 0.91 (Tab. 26.Fig.32). Toutefois nous remarquons que les deux variétés de blé dur (Bidi 17 et Tride) se distinguent par des valeurs très proches (94.45 ± 1.81) et 94.30 ± 0.91) par rapport aux autres cultivars à l'exception relevée pour la variété « Vitron » et les deux génotypes « Aegilops ovata et Aegilops ventricosa » qui sont caractérisées par une nette diminution de leur (TRE) (Tab.27). Lorsque l'intensité du stress hydrique est élevée après 20 jours (S2) et sans stress Viral, les génotypes (Arz, Waha, MBB) sont fortement touchés par la contrainte hydrique et leur teneur relative en eau ne dépassent pas les 73%,

en revanche le cultivar (*Bidi 17*, *Hedba3*, *Vitron*), et le génotype (*Aegilops ventricosa*,) ne s'écartant pas de beaucoup de leurs valeurs enregistrées en régime (S1) montrent une plus grande tendance de tolérance à la sécheresse notamment le cultivar (*Bidi 17*) qui enregistre une valeur moyenne de 91.2.

Tableau .27.valeurs de la teneur relative en eau (TRE)
(avec application du stress viral) (VJNO)

Cultivars	Teneur relative en eau (%)		
	S0	S1	S2
Waha	95.19±1.00	92.54±1.18	76.07±7.36
Vitron	95.89±0.63	88.50±5.92	86.05±4.58
Tride	95.27±0.59	94.30±0.91	72.96±2.59
Sohag	96.00±1.02	92.41±1.51	67.63±4.36
Méridiono	95.62±0.53	90.36±0.16	79.80±5.40
Md .BenBachir	96.49±0.78	91.75±1.36	72.01±4.85
Hedba 3	94.38±2.21	91.16±0.77	85.81±4.69
HD 1220	93.47±4.69	90.92±1.71	77.13±4.71
Bidi 17	97.04±0.73	94.45±1.81	91.23±0.08
Arz	91.78±5.43	91.21±0.36	70.34±1.87
Ae.ventricosa	92.16±4.66	88.87±4.25	83.97±3.55
Ae.ovata	93.71±2.85	89.42±5.12	80.80±8.52

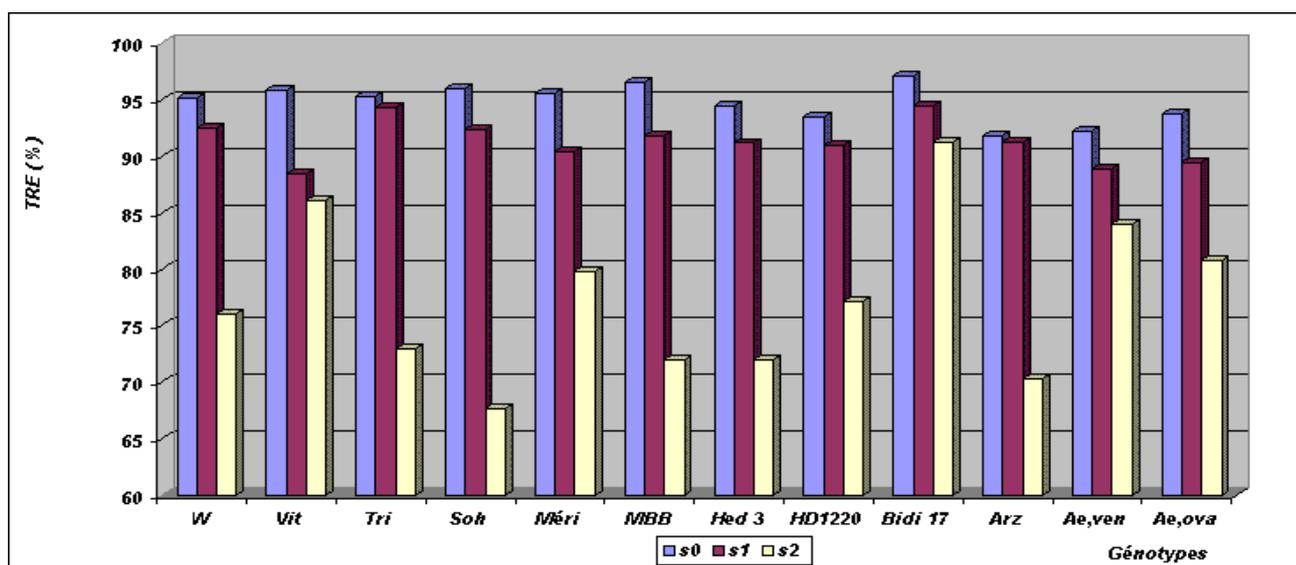


Figure. 32. Variation de la teneur relative en eau (TRE)
sans application du stress viral chez les génotypes étudiés

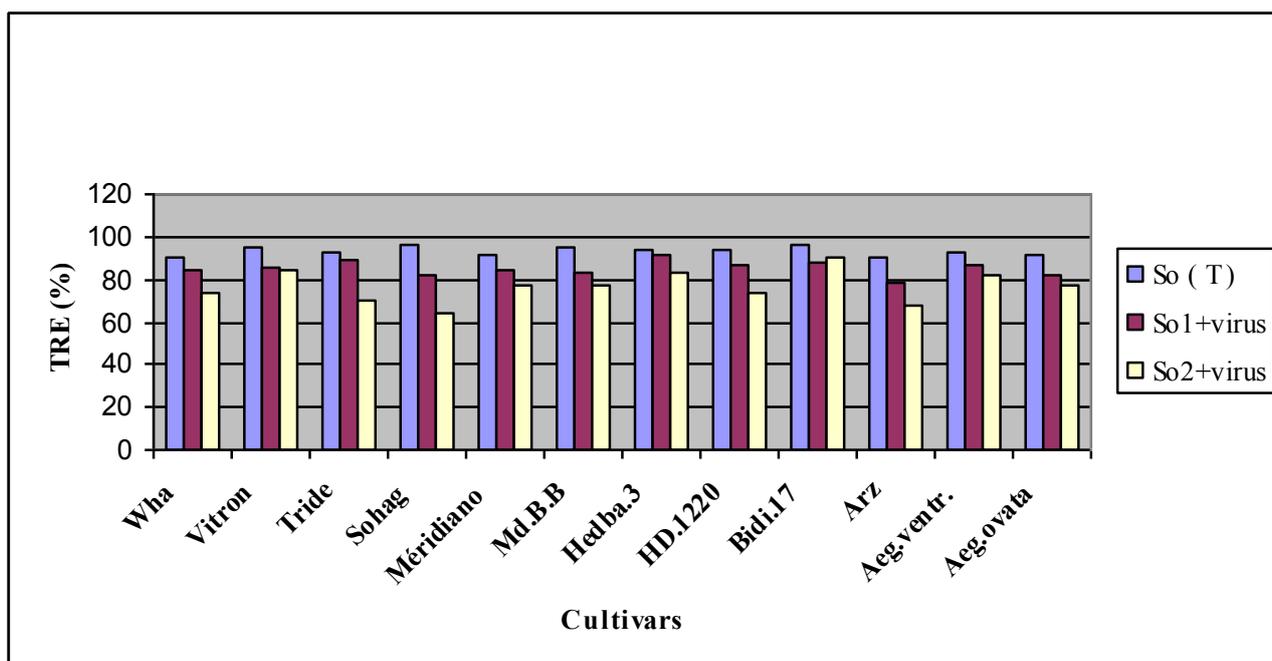
Ainsi l'influence « stress » est bien révélée par un comportement physiologique (en se qui concerne le paramètres étudiés) tolérant vis-à-vis au stress hydrique de certains cultivars notamment la variété « Bidi 17 », « Hedba 3 », « Vitron » qui se distinguent parmi les autres cultivars et génotypes étudiés, et sensible enregistré chez les variétés « Arz » et « Sohag ». (Tab.27 ; Fig.31).

➤ **Stress hydrique avec Virus**

Dans ce cas et en condition normale (S0) avec application d'un stress viral, nous constatons que les teneurs relatives en eau (TRE), enregistrées dans les mêmes conditions sans stress viral ne diffèrent pas beaucoup entre les différents cultivars et génotypes étudiés. L'influence du Virus (VJNO), est très peu marquante notamment entre les cultivars ayant enregistré une certaine tolérance à la secheresse « Bidi 17 » (96.04±0.63 et 97.04±0.73) ; « Hedba 3 » (92.25±2.01; 94.38±2.21). Ces dernières s'averent donc tolérantes à la secheresse autant qu'ils le sont au VJNO. (Tab.28; Fig.32).

**Tableau .28.valeurs de la teneur relative en eau (TRE)
(avec application du stress viral) (VJNO)**

Cultivars	Teneur relative en eau (%)		
	S0 +virus	S1+virus	S2+virus
Waha	90.19±1.60	84.54±1.06	73.07±6.85
Vitron	94.89±0.63	85.50±4.89	84.05±4.55
Tride	92.27±1.99	89.30±1.01	69.96±2.69
Sohag	96.00±1.02	82.41±1.31	63.63±3.99
Méridiono	91.62±3.53	84.36±0.42	77.80±4.40
Md .BenBachir	95.49±0.76	82.75±1.11	70.01±4.15
Hedba 3	92.25±2.01	91.16±0.92	87.81±4.79
HD 1220	93.47±4.69	86.92±1.21	74.13±3.93
Bidi 17	96.04±0.63	88.45±1.63	90.23±0.14
Arz	89.78±4.13	78.21±0.86	68.34±1.69
Ae.ventricosa	92.16±3.26	86.87±3.81	81.97±3.69
Ae.ovata	91.71±1.72	82.42±5.05	77.80±7.72



**Figure. 33. Variation de la teneur relative en eau (TRE)
avec application du stress viral chez les génotypes étudiés**

Lorsque l'intensité du stress hydrique est élevée après 10 et 20 jours (S01 et S02), et en comparaison des stress (S01) et (S02) sans virus VJNO nous constaterons alors que l'influence du virus VJNO est particulièrement nette et importante notamment sous le régime (S02). (Tab.28; Fig.33).

Ainsi les cultivars étudiés enregistrent des teneurs relatives en eau (TRE) très basses notamment sous le régime (S02+virus). Cependant il ressort que seules les variétés « Bidi 17 », « Hedba 3 », « Vitron » semblent se distinguer par des valeurs très proches par rapport aux autres cultivars tout en se rapprochant des témoins (S0 sans virus) et (S0+virus). Aussi il semblerait que les cultivars tolérants à la sécheresse soient moins sensibles aux contraintes du stress viral.

Par ailleurs dans le cas des régimes (S01+virus et S02+virus), les cultivars sensibles se révèlent tout particulièrement affectés par la combinaison stress hydrique et virus. Comeau et Jedlinski (1987) rapportent que les lignées tolérantes sont celles qui donnent les meilleurs rendements en conditions sèches.

Par ailleurs l'effet inhibiteur du virus VJNO sur la croissance des Plantes contaminées (inoculées) (Pl.6,7) semble s'expliquer dans une large mesure par la sensibilité accrue au stress hydrique. Aussi les expressions symptomatologiques relevées (Pl.8) rejoignent nos observations précédentes (Pl.6, Tab.28).

Il est à noter également que l'absence de réaction de certaines plantes n'indique pas nécessairement un manque de contamination. (Lister R.M. et Rochow W.F., 1978 ; Mehrad M., Lapierre H., et **Maury Y., 1978**).

Planche .8**Symptômes de BYDV induits après inoculation
Sous Régime hydrique (S2 +virus)**

L'affectation de la pigmentation chlorophyllienne observée dans le cas des jaunisses virales pourrait être due selon Perdrizet (1966), un blocage métabolique au niveau de l'un des précurseurs de la chaîne de synthèse de la chlorophylle. Ainsi tout cela semble conforter la relation existante entre les effets de paramètres stressants étudiés et l'induction de l'effet du stress VJNO sur les cultures étudiées (M. Ihriz, P. Monneveux, J. Chery, A. Comeau, 1993).

CONCLUSION GENERALE

Les céréales représentent la spéculation la plus importante des régions de l'Est du Pays avec plus de 500 000 ha emblavées chaque année en moyenne. Malgré les énormes progrès enregistrés dans la productivité qui ont permis d'améliorer les variétés, la fertilisation et d'assurer une meilleure Protection, les productions céréalières en Algérie demeurent toujours irrégulières et semblent être étroitement liées à un certain nombre de facteurs tant abiotiques (irrégularité dans les précipitations pluviales, techniques agricoles; etc.) que biotiques (potentiel génétique, maladies, ravageurs), d'où la persistance d'un déficit important entre la consommation et la production .

Les réductions de rendement causées par les maladies et ennemis naturels des céréales, ont permis d'enregistrer à travers le monde des pertes de productions annuelles de l'ordre de 42,54%. Ces pertes sont dues pratiquement pour une part égale, aux maladies de (13,5%), (Oerke et al, 1994). Les blés et les orges représentent à eux seuls plus de 10 % des pertes globales occasionnées sur toutes les cultures (Cramer, 1967).

Il est rapporté par ailleurs, que 30% des productions végétales agricoles en 'Algérie sont perdues sous l'effet d'agents nuisibles (M'Barek Guendez, 2008). Ainsi, les céréales peuvent être attaquées par de nombreuses maladies et à différents stades de leur cycle de développement. Ces attaques occasionnent des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables.

Les investigations effectuées au cours des dix dernières années dans certaines régions céréalières potentielles de l'Est de l'Algérie (Constantine, Mila, Guelma, Annaba, S/Ahras, El Tarf) indiquent les risques de développement épidémiques

de certaines maladies cryptogamiques (*Rouille jaune, Helminthosporioses, Septorioses*, etc..) et virales notamment si des mesures adéquates de prévention et d'intervention ne sont pas prises à temps.

Les pertes de récoltes qui en découlent sont estimées à plus de 40% pour les *Rouilles* et *Septorioses*, se situent autour de 25-35% pour les caries et les charbons (Sayoud R, 1987).

En années favorables la *Rouille jaune*, peut prendre des ampleurs épidémiques et anéantir des récoltes entières. (Ouffroukh A., 2008 ; Ouffroukh A. , 2006 ; B. Bahri, M. Leconte, A. Ouffroukh, C. De Valla vieille-Pope, J. Enjalbert, 2009).

Les maladies virales quant à elles, sont en train de prendre de l'extension. Ainsi, le Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV.) ou (VJNO) a été signalé dans plusieurs régions céréalières prospectées et sur plusieurs espèces (blés dur, blés tendre et orges) ; il constitue actuellement une maladie qui prête à inquiétude pour nos céréales .

L'étude de cette maladie est encore à ses débuts en Algérie et très peu de travaux lui sont consacrés et rapportés à ce jour, à notre connaissance ; ce qui nous amena tout naturellement à nous y intéresser dans le présent travail et qui prend place dans une activité consacrée à l'effort d'intensification de la production, en s'inspirant amplement des préoccupations les plus urgentes du pays en matière d'amélioration et de Phytoprotection contre les maladies et plus particulièrement contre les affections virales.

Aussi les différentes investigations que nous avons menées au cours des cinq dernières années (1999-2006) sur les espèces de cultures *Blé dur*, *Blé tendre* et *Orge* dans certaines régions potentielles de l'Est du pays, nous ont conduit à examiner et à confirmer l'origine virale de la maladie. Lors de ces prospections la mise en évidence de la présence du BYDV (VJNO) sur les cultures de céréales a été faite dans une première étape de manière clinique et par comparaison à des données bibliographiques ; des symptômes typiques rappelant le BYDV (VJNO) ont été observés sur les céréales (Blés et Orge). Les mêmes symptômes ont été également reconnus sur certaines graminées adventices (Avoine, Ray gras, Phalaris etc.). Par ailleurs la confirmation de sa présence sur le terrain a été réalisée par des analyses immunologiques au laboratoire en utilisant la Technique du test ELISA rejoignant ainsi certains travaux antérieurs rapportés (Ayadi K. et Ayoub L., 1994 ; Boubetra S., et Mohamedi F., 1998 ; Belkahla H. et H. Lapierre, 1999. Ouffroukh A., Khelifi D. Dehimet L., 2010).

Il ressort que la fréquence de la maladie varie annuellement de 8,82 % (blé tendre dans la région de Guelma) à 18,51 % (Blé dur dans la région Annaba El Tarf et Orge dans la région de Souk-Ahras), mais elle est rencontrée aussi et globalement sur les différentes espèces à des taux d'intensité allant de 5% à 15%.

En moyenne, les régions de Annaba El Tarf, Souk Ahras et Constantine semblent être les plus exposées aux attaques du BYDV (VJNO) respectivement. Selon les espèces de céréales, le blé dur est en moyenne le plus touché par le BYDV mais avec une présence plus marquée dans la région de Annaba El Tarf, mais l'Orge émerge comme l'espèce la plus touchée dans la région de Souk Ahras (figure. 8,9).

Au point de vue épidémiologique, les résultats des relevés de piégeages des pucerons effectués (cf., Tableau. A,B, en annexe), représentent les nombres moyens d'individus ailés capturés et identifiés ainsi que leurs évolutions spatiotemporelles durant les campagnes 2000-2006 dans les différentes stations de piégeages des régions d'études (figure. 10, 11, 12); ceci nous permet d'évaluer les populations en vol et nous donne une idée plus ou moins précise sur la pression de ces dernières et de déterminer l'époque d'arrivée des vecteurs dans les cultures.

Le nombre d'espèces de pucerons inventoriées est donc assez important sur les espèces de céréales étudiées, mais l'importance des ailés pièges réside dans le fait qu'elles peuvent être porteurs potentiels de maladies virales transmissibles même s'ils ne se développent pas sur le feuillage de l'hôte attaqué; l'absence de l'hôte primaire ne signifie pas qu'il n'y a pas non plus risque d'attaques de pucerons. Onze (11) espèces de pucerons au moins sont identifiées, dont cinq (05) d'entre elles sont reconnues dangereuses pour leurs capacités à transmettre des maladies virales telles le BYDV (VJNO), nous citerons : *Rhopalosiphum padi*, *Schizaphis graminum*, *Sitobion avenae*, *Diuraphis noxia* et *Myzus persicae*

Par ailleurs, l'activité des vols se situe principalement au printemps, durant les mois de Mars à Juin, sous l'influence de certains facteurs abiotiques et bioécologiques (conditions climatiques, recouvrement du sol, microclimat spécifique à chaque station, l'existence de présence plus ou moins proche de plantes hôtes « sources d'ailés » etc.), au cours de laquelle, des espèces telles ; *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, *Schizaphis graminum*, et *Diuraphis noxia* sont rencontrées en abondance sur les différentes espèces de céréales. (Tableau.13, 16, 17, Figure.13,14).

Par ailleurs la présence de virus au champ, a été contrôlée au plan sérologique. Les résultats obtenus ont mis en évidence et confirmé donc la présence du BYDV (VJNO) dans nos champs de céréales malgré les confusions incriminant souvent les symptômes observés à divers phénomènes physiologiques et ou bien à des effets de carences nutritionnels.

Deux anti-sérums parmi les trois testés (PAV, MAV et RPV) ont réagi positivement sur un grand nombre d'échantillons provenant des différentes régions. (Tableau.C, D, annexe). Les fréquences les plus significatives notées sont induites par la variante « souche » PAV et concernent surtout sur le blé dur et l'orge notamment dans les régions de : Constantine, Mila, alors que la variante « souche » MAV semble s'adapter indifféremment aux régions et aux trois espèces à des taux sensiblement proches les uns des autres tandis que la variante RPV est inexistante. Le Pathotype ou variante PAV est également très représenté chez l'Orge comparativement et relativement au nombre d'espèces éprouvées (Tableau. 20, 21, Figure. 18,).

Cependant si l'on se réfère à la présence des deux Pathotypes (PAV+MAV) dans les espèces comme représentant la maladie, nous constaterons alors que l'orge est l'espèce la plus touchée par le BYDV dans toutes les régions étudiées (Figure. 18).

L'étude des transmissions des pucerons et du comportement variétal au laboratoire (pots) des espèces étudiées (14) et au champ (08) fait ressortir une certaine variabilité dans l'expression des symptômes et même dans le comportement des différentes variétés utilisées rejoignant ainsi les résultats obtenus par Morreau, 1993.

Les différences enregistrées sont d'autant plus prononcée chez les variétés d'orges que les variétés de blé tendre et blé dur. En effet les variétés d'orge Acsad et Saida semblent les plus affectées symptomatologiquement par rapport aux variétés des autres espèces. Il ressort aussi que les blés tendres apparaissent plus sensibles au BYDV que les blés durs.

Parmi les blés durs, les variétés O.Zenati, Geta Dur et Bousselam, semblent être les plus sensibles, par contre les variétés Bidi.17 Hedba.3 et Vitron semblent présenter des caractères de tolérance au BYDV (Tableau.23). Au plan de la capacité vectrice, RP apparaît comme meilleur vecteur que DN et SA et ce par rapport aux différentes plantes inoculées et leur témoins.

Les résultats obtenus au champ confortent donc les résultats obtenus en laboratoire (pots) Les symptômes sont très expressifs chez les variétés d'orge Acsad et Saida, Ainsi, selon l'indice de sévérité de la maladie (Tableau.25) il apparaît que les orges seraient plus sensibles au BYDV (VJNO), viennent après les blés tendres, puis les blés durs .

Par ailleurs les effets inter actionnelles, Orges, blé tendre, blé dur, révèlent que le blé tendre subit le plus les effets de la maladie sur le rendement. étant donné que RP s'était avéré comme le vecteur le plus efficient de la maladie, ce qui rejoint les résultats des travaux obtenus par Wyatt SD et al. (1988) et Gamon A. (1989.).

Chez les blés dur, la variété Hedba présente un comportement plus sensible que les variétés O.Zenati et Bidi 17. Quant aux blés tendre, les variétés Anza et HD1220 semblent exprimer moyennement le symptôme de la maladie par rapport à la variété M.Demias.

Bien que les résultats que nous avons enregistrés ne permettent pas de conclure définitivement sur les conditions épidémiologiques précises des régions étudiées, il n'en demeure pas moins que des renseignements intéressants ont été obtenus.

Les efforts doivent être multipliés dans le domaines de ces études épidémiologiques en phytovirologie en générale et pour les cultures stratégiques en particulier (céréales, pomme de terre etc.), car Il apparaît ici tout l'intérêt des prévisions des vols de pucerons qui sont un élément fondamental d'indication des risques encourus par les cultures et donc des périodes durant lesquelles des actions de prévention et de protection doivent être menées.

Les progrès de l'épidémiologie sont tels, que depuis quelques décades, cette science revêt une importance majeure. Elle s'impose dans les stratégies d'amélioration des plantes, de protection raisonnée des cultures et assure une redistribution plus judicieuse des cultures en rapport avec les Zones d'études agro-écologiques.

L'objectif est de pouvoir établir des modèles prévisionnels basés sur la surveillance des populations de vecteurs tout en tenant compte des espèces, de leur abondance et de leur pouvoir de nuisibilité..Ceux-ci permettront de mieux organiser et rentabiliser les différentes méthodes de lutte (génétique, culturales, chimiques etc.), en les recommandant a bon escient.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Agrios G.N., 1997.** Plant Pathology.4th Ed., Elsevier Academic press, Massachusetts, USA, 992p.
- **Agrios, G. N., 1987.** Plant pathology seconded academic press, New York. 703 pp
- **Anonyme, 1981.** In Larousse agricole, éd. Librairie Larousse. p. 250- 255.
- **Anonyme, 1992.** Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement
. Commission nationale consultative sur l’agriculture –MARA- Rapport général.
- **Apperit. J., 1985.** Dégâts, pertes et moyens de stockage. Le stockage des produits Vivrier et de la semence. A. C. T. A ed/maison. Neuve et la rousse. Paris. Volume I. 113 pp.
- **Ayadi K. et Ayoub L ,1994.** Contribution à la connaissance des maladies à virus des céréales en Algérie ; Identification et caractérisation du Barley yellow virus (BYDV). Mémoire Ing.Agro., INA, El Harrach, 89p.
- **B. Bahri, M. Leconte, A. Ouffroukh, C. De Vallavieille-Pope, J. Enjalbert., 2009.** Geographic limits of a clonal population of wheat yellow rust in the Mediterranean region; Molecular Ecology Volume 18, Issue 20, pages 4165–4179, October 2009
- **B. Nasraoui. , 2006 .** Les champignons parasites des plantes cultivées. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 456p.
- **Bakour, L., et Bendifallah, K. 1990.** Rapport d’enquête. Etat sanitaire des denrées entre posées dans les unités de stockage de D, B, K, Bouira et Ain Bessem.
- **Baldy CH., 1974.** Contribution à l’étude fréquentielle des conditions climatiques : Leurs influences sur la production des principales zones céréalières d’Algérie. INRA, Versailles, CCCE, Paris et Projet céréales, Algérie 183 pages, annexes.
- **Bayon.F., Ayrault, J.P., et Pichon. P., 1982.** La Jaunisse nanisante de l’orge ; Phytoma, Défense des cultures.pp 17-21
- **Belaid, D. 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne. Collection le cours d’agronomie office des publications universitaires. 207 p.
- **Benbelaid, R. 1991.** Contribution à l’étude des agents de pourritures Racinaires des céréales. Thèse. Ing. Agri. Ina., El Harrach. 44 pp.
- Belkahla H. et H. Lapierre, 1999.** Serodetection of viruses associated to Barley yellow dwarf (BYD) on cereals in Algeria, Revue: Phytoprotection, Volume 80, N° 3, 1999, p. 169-177
- **Bonjean A, Picard E., 1991.** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé ; Poitiers : Aubin imprimeur, 1991.Poitiers

- **Bonnemaison.L, 1962** .Les ennemis des animaux des plantes cultivées et des forêts (I).Ed EP.Paris 1^{er}, 605 pp., 429-562
- **Bos L., 1969**. Experiment with collection of plants leaf materiel dried and stored over calcium chlorid.A discussion of literature on virus preservation .Med pack Landboww .Rijksuniv.Gent 34.pp.875-887.
- **Bos L., 1983**.Introduction to plant virology. Ed Center for agricultural publishing and documentations, 160p.
- **Boubetra S., et Mohamedi F., 1998**.Contribution à l'étude des virus affectant les céréales à pailles au niveau de la région centre d'Algérie .Identification sérologique et biologique de quelques isolats. Mémoire Ing Agro., INA, El Harrach, 55p.
- **Braehl GW., 1961**. Barley Yellow Dwarf, a virus disease of cereals and grasses. An. Phytopathol. Soc. Monogr. 1: p.52.
- **Burgess AJ, Harrington R, Plumb RT., 1999**. Barley and cereal yellow dwarf virus epidemiology and control strategies. In: Smith HG, Barker H, Eds. The Luteoviridae. Oxon, CAB International, pp. 243-61.
- **Cavelier M., 1992**.La Jaunisse nanisante. In Les maladies des céréales. Ed. Centre de recherche agronomique de l'Etat de Belgique. Fiche N°13.
- **Clark M.F., et Adams A.N., 1977**. The microplate méthode of Enzyme linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Gen. Virol., 34, 475-480.combinant la thennotherapie in vitro et la culture de méristèmes. Revue Agrico Suisse 17 (4): 221 -225.
- **Comeau A., 1987**. Effects of BYDV inoculations at various dates in oats, barley, wheat, rye and triticale. Phytopathology 68:.97-109.
- **Comeau A., 1989** .The use of artificial inoculation with viruliferous aphides in barley yellow dwarf virus research in West Asia and North Africa .Ed.Comeau A.et Makkouk K H.P.155-168
- **Comeau A., Makkouk K.M., 1988**. Recent progress in barley yellow dwarf virus research: Interactions with diseases and other stresses. Rachis; 7: 5-1
- **Comeau A.1992**. The Use of artificial inoculation with çiruliferous aphids in barley yellow dwarf virus in west Asia and North Africa. Proceeding of the Workshop in Rabat, Morocco, 19-21 November, 1989: 117-X2.
- **Conti M., 1972**. Barley yellow striate mosaic virus isolated from plants in the field .Phytopathol.Z.73: 39-45

- **Cornuet P., 1987.** Eléments de virologie végétale .INRA ,145 rue de l'Université ,75007 Paris.206p.
- **Cramer H., 1967.** Plant protection and world crop production. Bayer Pflanzenschutz-Nachrichten 20, 1–524.
- **D'Arcy CJ., 1995.** .Symptomatology and host range of barley yellow dwarf. In: D'Arcy CJ, Burnett PA, eds. Barley yellow dwarf: 40 years of progress. St Paul Minnesota, APS Press, pp. 9-28.
- **Debaeke P., Cabelguenne M, Casals ML et Puech J., 1996.** Élaboration du rendement du blé d'hiver n conditions de déficit hydrique. II. Mise au point et test d'un modèle de simulation de la culture de blé d'hiver en conditions d'alimentation hydrique et azotée variées : Epi phase blé. Agronomie 1996; 16: 25-46.
- **Derrick PM, Barker H., 1997.** Short and long distance spread of potato leaf roll luteovirus: effects of host genes and transgenes conferring resistance to virus accumulation in potato. J Gen Virol 1997; 78: 243-51.
- **Dixon AFG., 1973.** Biology of aphids. Arnold, London 58 pp.
- **EastopVF., 1977.** World wide Importance of aphids as virus vectors. Chapter 1.In."Aphids as virus vectors". (K.F. Harris and K. Maramorosch). Academic Press, New York.
- **EastopVF., 1983.** The biology of the principal aphid virus vectors. Ln;"Plant Virus Epidemiology"(Plumb R P.et Thresh JM) Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- **EastopVF., and Hilleris Lambers D., 1976.** Survey of the Worlds Aphids Dr. W. Junk by, The Hague, 573 pp.
- **El Yamani M., 1989.** Epidemiology, host range and strain identification of barley yellow dwarf virus in west central Morocco. In, Barley yellow dwarf virus in west Asia and North Africa.Ed Comeau. A. et Makkouk K.H. pp 71-79
- **El Yamani M., 1992.** Etude de la jaunisse nanisante de l'orge et description synoptique des maladies à virus des céréales au Mroc.Mémoire pour le concours de l'ingénieur en chef. INRA –Maroc. 67p.
- **El Yamani M., 1998.** Les virus des céréales et légumineuses alimentaires. In cours, Projet PNUD- Rabat 91 / 007. Tunisie .pp, 1-13.
- **EndT., et Ladeveze L., 1993.** Etude de l'infection du maïs par le virus de la jaunisse nanisante de l'orge .Phytoma. La défense des végétaux, 541, pp.20-22

- Engleddow FL, Wadham SM., 1923. Investigation on yield in the cereals. Part. I. J Agric Sci 1923; 13: 390-439.
- Esau K, Hoefert LL.1972. Development of infection with beet western yellows virus in sugar beet. Virology 1972; 48: 724-38.
- FAO. 2005. FAOSTAT Agriculture. Available online at <http://faostat.fao.org/faostat/collections?>
- Feliachi, K. 2002. PNDA, Intensification et développement des filières, cas de la céréaliculture. Acte des 3^{èmes} Journées Scientifiques sur le Blé, 12 et 13 février 2002, Université Mentouri, Constantine.
- Forbes A.R. 1977. The mouthparts and feeding mechanism of Aphids. Chapter 3. In." Aphids as virus vectors. (KF .Harris et K. Maramorosch).1977, Academic Press. New York.
- Forbes AR, and Mac Carthy, H.R 1969. Morphology of the Homoptera, with emphasis on virus vectors. In' Viruses, Vectors and Végétation". (K. Maramorosch). pp. 211-234
- G.Remaudière et al. 1985. Contribution à l'écologie des aphides africains. Etude FAO, production végétale et protection des plantes ; 214p.
- Gamon A., 1989. La jaunisse nanisante de l'orge dans l'Ouest de la France .Phytoma n° 411, pp.36-39.
- Geigy, C. et Nathan, A. 1985. Maladies des céréales et du Mais. Edition. Agri-Nathan. France. 96 pp.
- Gill CC., 1967. Transmission of barley yellow virus isolated from Manitoba by five species of aphids.Phytopathology57 (7), pp.713-717.
- Guendez, M., 2008. 6es journées scientifiques des techniques phytosanitaires.INPV, source : <http://actualite.el-annabi.com-2008> .
- Halbert S.E., Connelly B.J., Lister R.E., Bioshop G.W., 1992.Vectors specificity of barley yellow dwarf virus serotypes and variant South Western Idaho.Annal OF Applied Biology, 121, (1).pp.123-132.
- Hamadache A., Ait Abdallah F., Ladada M., 1998. Synthèse des travaux de recherche réalisés par les fer mes expérimentales sur la protection des grandes cultures : 1977-97. Bilan de la recherche sur les grandes cultures. ITGC, 13 pages.
- Harrington R., Katis N., and Gibson R W., 1986. Field assessment of the relative importance of different aphid species in the transmission of potato virus Y. Potato. 29; 67 -76.

- **Harrington R. and Gibson, R, W. 1989.** Transmission of potato virus Y by aphids in potato crops in Southern England. *Potato Research* 32:167-174.
- **Harris, K.F. 1977 (a).** An ingestion-égestion hypothesis of non circulative virus transmission. Chapter 7. In. » Aphids as virus vectors"(Harris K.F. et Maramorosch K.) 1977. Academic Press. New York.
- **Harris, K.F. and Maramorosch, K. 1977.** Aphids as virus vectors. Academic press. New York. 559 pp.
- **Havener RD., 1984.** Welcome to the Barley Yellow Dwarf Workshop. Proceedings of the workshop, CIMMYT, Mexico, p. 14-15.
- **Labonne G. et Quiot JB., 1985.** L'Echantillonnage des populations de pucerons ailés au voisinage des plantes, Evaluation de l'intérêt des pièges à fils englués. 28^{ème} colloque de la société française de phytopathologie. pp.81 - 93.
- **Labonne G., Fauvel G., Leclant F., et Quiot JB., 1983.** Intérêt des pièges à fils dans l'étude des populations de pucerons ailés. *Agronomie* 3; 315 -326.
- **Labonne, G.; Lauriant, F. et Quiot, J.B. 1985.** Comparaison de la sélectivité de deux types de pièges (pièges à fils englués et pièges jaunes) vis à vis des espèces de pucerons ailés. *Agronomie*, sous presse.
- **Lapierre, H. 1982.** Détection des virus dans leur vecteur aphidien. In "Les pucerons des cultures". ACTA (Ed). Paris 351. pp. 227 -229.
- **Lapierre H. et Signoret J.P., 1978.** Les viroses des céréales. Perspectives agricoles N°19, pp .133.
- **Leclant F. 1982.** Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures. In."Les pucerons des cultures", ACT A(Ed). Paris 351 p. 37 -52
- **Leclant F., 1968.** Connaissances actuelles sur les pucerons ans leurs relations avec les maladies à virus des plantes. *Ann. Epiphyties* (19), pp.455-482.
- **Lepoivre P. et Semal J., 1989.** Cultures de tissus et phytopathologie. *Traité de pathologie végétale*". pp 455-464. Presse Agronomique de Gembloux.
- **Lepoivre P., 2003.** *Phytopathologie*. Edition De Boeck Université, Belgique, 427 p

- **Lindsten K., 1977** .Aspects of the variation of barley yellow dwarf .Annal of Phytopathology .9, (3): pp.301-305.
- **Lister R.M.et Rochow W.F., 1978**.Detection of barley yellow dwarf virus isolate, in ELISA test. Phytopath .News, 12 (9), 172, Abstr.207.
- **Lot H. et Lecoq., 1986**. Le diagnostic en virologie végétale, un art et des méthodes.PHM, Horticole, 263 ; pp.11-23.
- **MADR. 2005**. Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques
- **MADR. 2006**. Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques
- **Makkouk K.M., Azzam OI., Shaf J S., El Yamani M., Chérif C., et Zouba A., 1990**. Situation review of Barley in West Asia and North Africa yellow virus; p.61-65 .in P.A. Burnett, Ed. World perspectives on Barley yellow dwarf virus (Proceeding), CIMMYT, Mexico.D.F., Mexico.
- **Maramorosch, K.; Harris, K.F. 1981**. Plant diseases and vectors. Ecology and Epidemiology. Academic Press 368.
- **Marchoux G., Lot H., Devergne JC., 1984**. Interet des études sur la variabilité naturelle du virus de la mosaïque du concombre et des cucumovirus. 26eme colloque SFP, Avignon, Ed.I.N.R.A.Publ.1984 ; pp.135-145.
- **Mathiew REF., 1979**. Classification and nomenclature of viruses: 3ème report of the international committees on taxonomy of viruses? .Intervirology 12: pp.129-296.
- **Mehrad M., Lapierre H., et Maury Y., 1978**. Le virus de l'enroulement de la pomme de terre .Purification, détection sérologique et dosage dans la plante .CR.Acad.Sc.Paris.Ser.D 286.PP.1179-1182
- **Meyer M., 1989**. Les viroses de l'orge .Phytoma .Défenses des végétaux .411, pp.21-23
- **Miles, P.W. 1987**. Feeding processes of Aphidoidea in relation to effects on their food plants In"Aphids their Biology Natural enemies and control". A. K. Minks et P.Harrewijn Eds .vol. A. Elsevier. Science Publishers B.Y Amsterdam pp 321 -339.
- **Moericke V., 1950**. Uber das Frbschen der Pfirsicblattlaus Myzodes persicae (Sulz.) Z.Tierpsychol, 7,265-274
- **Moletti et al., 1990**. Some agronomic traits affected by rice giallume virus inoculated et phonological stages in 11 Italian rice varieties. Pages 464-467. In P.A Burnett ed.. World perspectives on Barley yellow dwarf (Proceeding), CIMMYT, and Mexico. D.F., Mexico.

- **Multon.J.L., 1982.** Conservation et stockage des grains et produits dérivés : oléagineux, protéagineux, céréales et aliments pour animaux, Edit.Tech. Doc et Apria – Lavoisier.Vol II.
- **Nasraoui B., 1996.** Choix des variétés. In : Cultures du blé et de l'orge dans les régions semi-arides de la Tunisie. E.S.A.K 1996 : 5-6.
- **Oerke E.C., Dehne H.W., Schonbeck F. et Weber, A., 1994.** Crop Production and Crop Protection – Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Amsterdam: Elsevier Science.
- **Oswald J.W et B.R Huston., 1951.** A new disease of cereals, transmissible by aphids. Plant Diseases. Repr. 35: 471-475
- **Ouffroukh A., 1993.** Maladies et ravageurs des céréales. Brochure ITGC, pp.
- **Ouffroukh A., 2006.** Résultats enquête Maladies /Amélioration des Blés (2003 - 2005) ; Bilan URC, 2007
- **Ouffroukh A., 2008 ;** Résultats enquête Maladies /Amélioration des Blés (2005 - 2006) ; Bilan URC, 2008
- **Ouffroukh A., Khelifi D.Dehimet L, 2010.** Contribution A L'étude Des Maladies foliaires des Céréales « Approche a 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 .
- **Parrish, W.B. 1967.** The origin morphology and inervation of aphid stylets (Homoptera). Ann.
- **Pastre P. et Roa L. 1993.** La lutte contre les ravageurs des céréales. Dossier Deletamethrine. 163 pp. Phytopath. Soc no 1.52 p.116
- **Plumb, R.T.1984.** Chemical and cultural control of Barley yellow dwarf. Pages 52-57. In P.A. Burnett ed. Barley yellow dwarf, a Proceedings of the workshop. CIMMYT 1984, Mexico ;
- **Pollard.D.G., 1973.** Plant penetration by feeding aphids (Hemiptera, Aphidoidea).Bull. ent.Res.62.pp.631-714.
- **Pollard..D.G., 1977.** Accessory factors in non persistant virus transmission .In « Aphids as virus vectors « (Harris KF. Et Maramorosch K., 1977) . Academic Press .New York..

- **Ponchet, J. 1985.** Historique de l'épidémiologie en pathologie végétale INRA .B.P. 78 -06602 Antibes .p 5-12.
- **Rappeuse, F., Lemaire J. M. et Cassini, R. 1971.** Les principales maladies cryptogamiques des céréales. INRA, Dept. Path. Vege ; 189 pp.
- **Rappily F., Lemaire, J. M. et Cassini R., 1971.** Les principales maladies cryptogamiques des Céréales. INRA, Dept. Path. Vege ; 189 pp.
- **Riou C., 1993.** L'eau et la production végétale. Sécheresse 1993 ; 2 : 75-83.
- **Robert, Y. 1978.** Rôle epidemiologique probable d'espèces de pucerons autres que celles de la pomme de terre dans la dissémination intempestive du virus Y depuis 4 ans dans l'Ouest de la France. 7Th Triennial conférence of the EAPR (Warson, 1972) p 242 -243.
- **Robert, Y. 1979.** Recherches écologiques sur les pucerons *Aulacorthum solani* (KLH) , *Macrosiphum euphorbiæ* (Thomas) et *Myzus persicae* (Suez) dans l'Ouest de la France III Importance du parasitisme par Hyménoptères Aphidideae et par Entomophthora sur pomme de terre .Annales de Zoologie – Ecologie Animale II; 371 -388.
- **Robert, Y. 1982 (a).** Fluctuations et dynamique des populations des pucerons. In. "Les pucerons des cultures". ACTA(Ed). Paris 351 p.
- **Robert, Y., 1982 (b).** Les pucerons de la pomme de terre. In; "Les pucerons des cultures" « ACTA ». (Ed) 351 p, Paris.pp.195 -207
- **Robert, Y. 1992.** Prospects for improving potato crop protection against aphid vectors. Neth 1. P.Path. 98: Supp 2: 37 -45
- **Robert Y, Lemaire O., 1999.** Introduction to Luteovirus epidemiology. In: Smith HG, Barker H, Eds. The Luteoviridae. Oxon, CAB International, 1999: 213-20.
- **Rochow W.F., 1969.** Biological properties of four isolates of barley yellow dwarf virus. Phytopathology 59: p.1580-1589.
- **Rochow W.F., 1970.** Barley yellow virus Dwarf virus .Description of plant virus CMI / AAB.n°32.
- **Rochow W.F., 1982.** Identification of barley yellow dwarf virus .Plant Diseases 66: p.381-384
- **Roland G., 1962.** Recherches sur le virus de la jaunisse nanisante de l'orge (Barley yellow dwarf virus) .In : Overed nit de MENDEDEL .Van de Landbou .en de Opezoekin .Van de Staut : pp.992-1009.

- **Sayoud R ., 1987.** Les maladies des céréales. Céréaliculture, ITGC. N° 17, pp .20-21.
- **Sayoud, R., Ezzahiri, B et Bouznad, Z., 1999.** Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb. ITGC, Alger.
- **Semal, J.; Vanderveken. 1989.** Modalités de transmission des phytovirus 306 -319 chap. 3.In : "Traité de pathologie végétale". Presses Agr de Gembloux p 611.
- **Shepherd et al. 1976.** Déploiement mondial de la résistance génétique des céréales au virus de la jaunisse nanisante de l'orge Plantes vivrières tropicales. In C.A. Saint-Pierre, A. Comeau; 1989 Ed. Aupelf-Uree John Libbey Eurotext. Paris. 1989. pp. 107-117.
- **Sigvald R., 1992.** Progress in aphid forecasting systems. Neth. J.PI. Path 98: supp 2; 55-62.
- **Sommeysens G., 1967.** Les virus des végétaux, leurs propriétés et leur identification.Edit. 2^{ème} Duculot SA.Gembloux.pp.345 ; 22-26, 217-219.
- **V.Brault, E. Herrbach, S. Hauser, O. Lemaire., 2001 .** Les Luteoviridae : propriétés biologiques et évolution, Virologie. Volume 5, Numero 1, 9-21,
- **V.Brault, Mutterer JD, Scheidecker D, et al., 2000.** Effects of point mutations in the read-through domain of beet western yellows virus minor capsid protein on virus accumulation in planta and on transmission by aphids. J. Virol 2000; 74: 1140-8.
- **Van Harten. A. 1981.** Quelques observations sur la morphologie, la biologie, le vol et le piégeage des aphides. Wagenigen / Emmeloord. Pays-Bas
- **Weise. M. V. 1987.** Compendium of Wheat diseases. The American Phytopathological Society. 109. pp.
- **Woller et al., 1976 (a).** Enzyme immuno assays in diagnostic medicine. Bull. World. Health organ, 55-65.
- **Woller et al., 1976 (b).** The detection of viruses by Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). J.Gen. Virol. , 33, 61-65.
- **Wyatt S.D., Seybert L.J., et Mink G., 1988 .** Status of the barley yellow dwarf virus problem of winter wheat in Eastern Washington .Plant Disease, 72(2), pp.110-113.
- Van Harten., 1974.**Virus des plantes Ann. Epiphyties (19), 3 pp .455 - 482.

ANNEXES

ANNEXE. A

Relevés des données climatiques (MT, MH, PP) pour les campagnes 2000-2006

CONSTANTINE

Mois	2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P
Février	13,6	68.5	60.47	15.7	73.3	62.47	10.7	78.5	56.39	15.5	72.4	10.92	9.1	81	45.47	12.5	76.6	55.38
Mars	21.7	56.3	6.09	17.7	67.8	18.8	16.6	71	30.24	17	76.3	59.93	17.2	70.8	38.36	18.1	67.8	33.78
Avril	19.1	67.3	45.72	21	60.4	31.49	20.3	74.2	119.63	17.9	77.3	56.64	19.4	74	61.97	23	63.4	13.97
Mai	23.9	65	52.06	26	53.8	17.02	24.8	67.5	74.67	21.6	74.3	67.79	27.4	57.1	7.11	27.6	67.7	82.05
Juin	31.9	42.8	0	32.8	43.7	6.34	33.5	48.6	1.02	29	64.2	29.21	31.4	50.3	13.97	33.5	43.1	9.15
Juillet	35.9	43	0	33.5	49.7	23.88	37.1	39.8	2.28	34	48.2	0.51	34.8	46.5	8.13	34.9	46.7	1.02

GUELMA

Mois	2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P
Février	17.3	72.3	80.54	19.1	70.2	39.88	14.1	74.3	115.34	19	70.8	8.13	12.8	77.1	65.51	15.6	74.9	89.66
Mars	20.5	68	15.24	20.3	68.9	112.77	19.3	70.8	22.87	19.3	75.8	60.68	19.4	74.2	169.67	21	67.4	42.42
Avril	25.9	70	30.74	23.6	62.7	32.77	22.1	73	90.14	20.9	74.4	89.18	22.4	74	87.37	24.8	66.3	14.24
Mai	28.9	58	20.07	28	55.4	12.19	26.2	70	44.97	23.9	72.5	87.9	29.2	63.4	1.27	29.7	65.9	39.88
Juin	34.1	44.3	0	34.5	45.3	188.72	35	54.1	0	30.4	66.4	36.08	33	58.8	21.6	34.8	48.3	4.07
Juillet	37.1	43.4	0	34.5	55.1	9.4	38.6	45.8	0	35	57.5	0	36.3	52.2	4.06	36.7	41.4	5.08

S/AHRAS

Mois	2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P
Février	15.3	74.3	81.52	15.9	66	4.06	9.9	81.6	48	16	59.7	9	8.6	78	117.08	10.8	75.9	85.6
Mars	20.5	65	12.23	16.2	65.1	7.89	15.7	70.4	28.71	16.5	70	66.56	16.3	67.8	53.35	16.6	66.4	39.89
Avril	25.9	70	20.30	19.5	60.7	137.32	19.5	71.5	120.14	17.6	69.7	32.77	19.3	64.5	58.93	21.2	64.7	32.52
Mai	30.3	47.5	0	25.1	47.7	16.5	24.6	61.7	31	20.8	67.1	72.91	25.4	54.3	5.08	25.6	66.9	34.28
Juin	29.8	46.4	0.76	32.5	37.8	0.76	31.7	43.3	4.06	27.7	58.7	76.2	29	52.3	20.06	31.2	42.6	5.08
Juillet	35.2	36.4	0	32.4	48.4	20.06	36.4	34.8	0.51	32.9	43.3	0	33.4	49.9	15.25	33	42	13.97

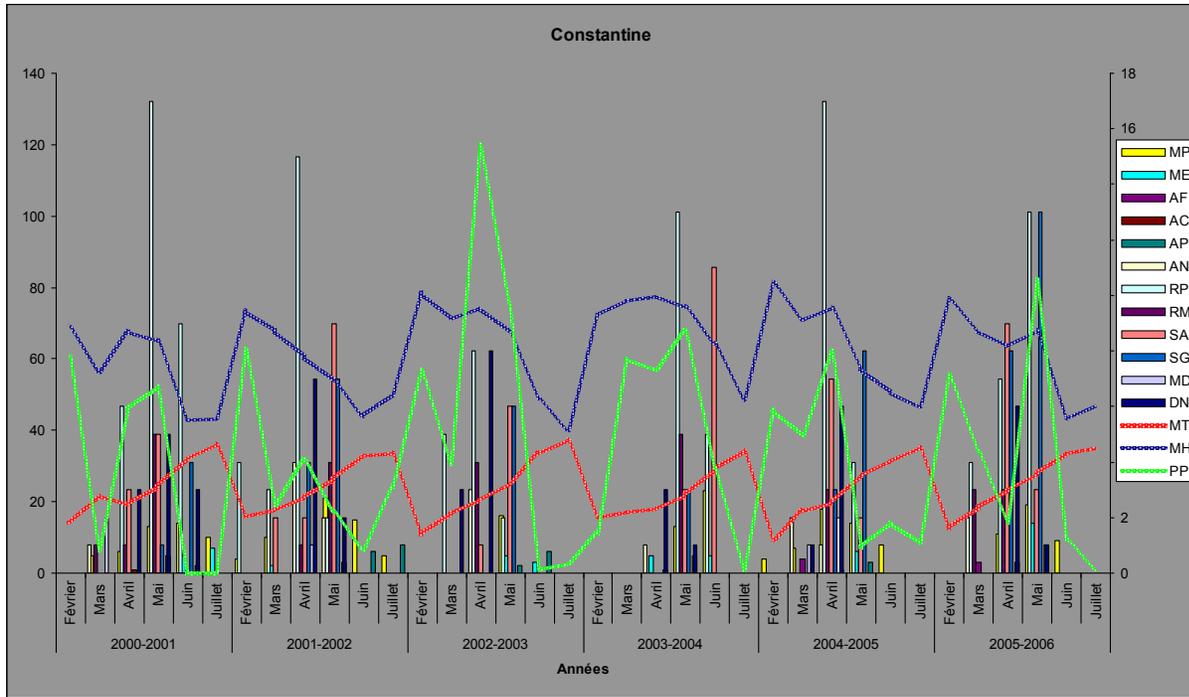
ANNABA/EL TARF

Mois	2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P
Février	17.3	74.3	81.54	18	77.5	43.18	14.7	77.5	108.21	18.2	76	19.56	13.7	79.1	148.34	16.4	79.1	86.62
Mars	23.5	68	15.24	19.6	72.6	39.12	19	74.3	24.64	17.9	80.2	64.25	17.8	82.1	75.95	19.7	73.4	36.32
Avril	20.9	72	40.13	21.6	73.4	53.85	21.7	77.8	90.17	20.4	78.3	92.2	20.7	78.8	114.29	22.8	74	15.24
Mai	23.8	75.5	30.74	24.8	65.6	15.49	23.8	77	27.43	22.9	76.8	76.47	25.9	57.9	10.16	25.8	75.6	21.08
Juin	29.3	65.9	0.51	28.9	66.3	0.25	31.7	70.3	0	27.5	75.7	6.1	29.6	73.6	0	29.4	67.7	9.39
Juillet	31.7	67.6	0.51	30.1	69.6	18.54	33.8	66.9	0	30.8	71.6	2.79	31.6	69.7	0.76	32.1	71.5	2.03

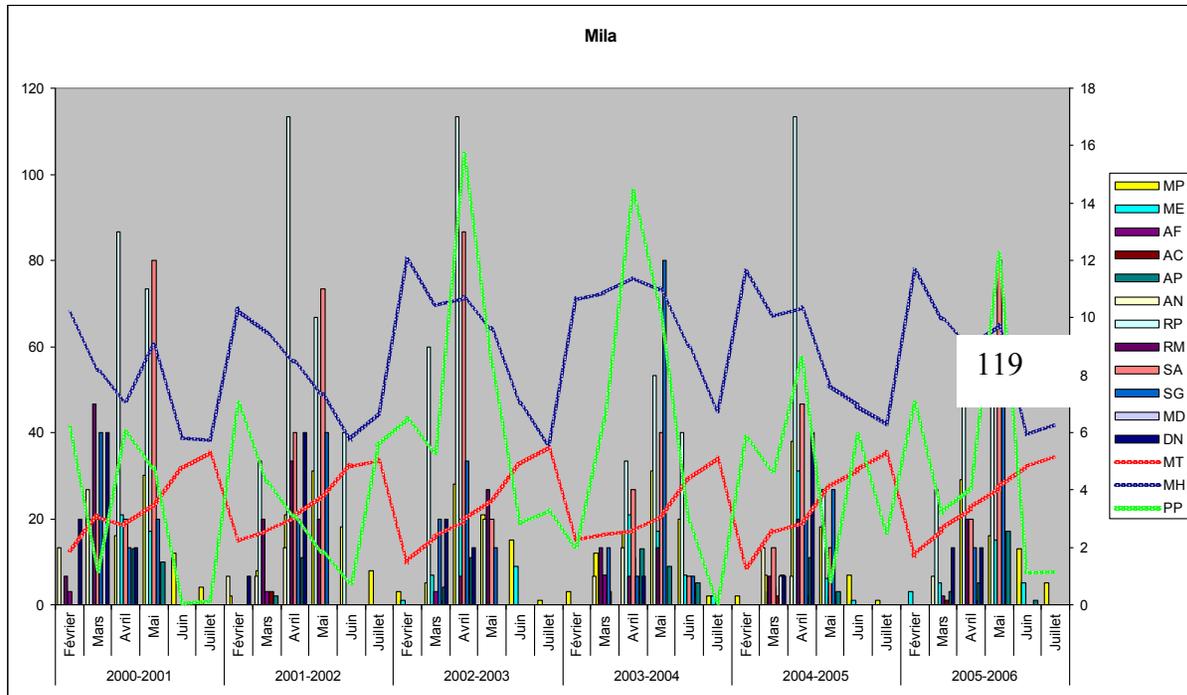
MILA

Mois	2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P	MT	MH	P.P
Février	12.4	67.45	40.90	14.9	68.45	46.72	9.65	79.9	43.06	15	70.9	13.20	8.45	77.3	38.62	11.2	77.35	46.61
Mars	20.4	54.15	7.61	17.05	63	28.33	15.8	69.45	35.19	16.4	72.4	42.79	16.7	67.1	30.73	17.35	66.3	21.20
Avril	18.4	47.1	40.05	20.05	56.4	20.31	19.35	71.05	104.38	17	75.85	95.88	18.9	68.7	57.14	22.25	59.55	26.92
Mai	23.1	60.25	31.62	25.3	48.6	11.93	24.3	63.9	56.14	20.45	73.15	68.31	27.15	50.85	5.33	26.9	64.8	81.15
Juin	31.25	38.65	0.38	32.15	38.25	4.94	32.3	46.7	18.8	28.8	59.75	19.18	31	46.05	39.12	32.2	39.5	7.37
Juillet	35.15	38.3	0.76	33.3	44.35	36.57	36.5	37.1	21.59	33.85	44.75	0.25	35.15	41.75	16.64	34.3	41.7	7.74

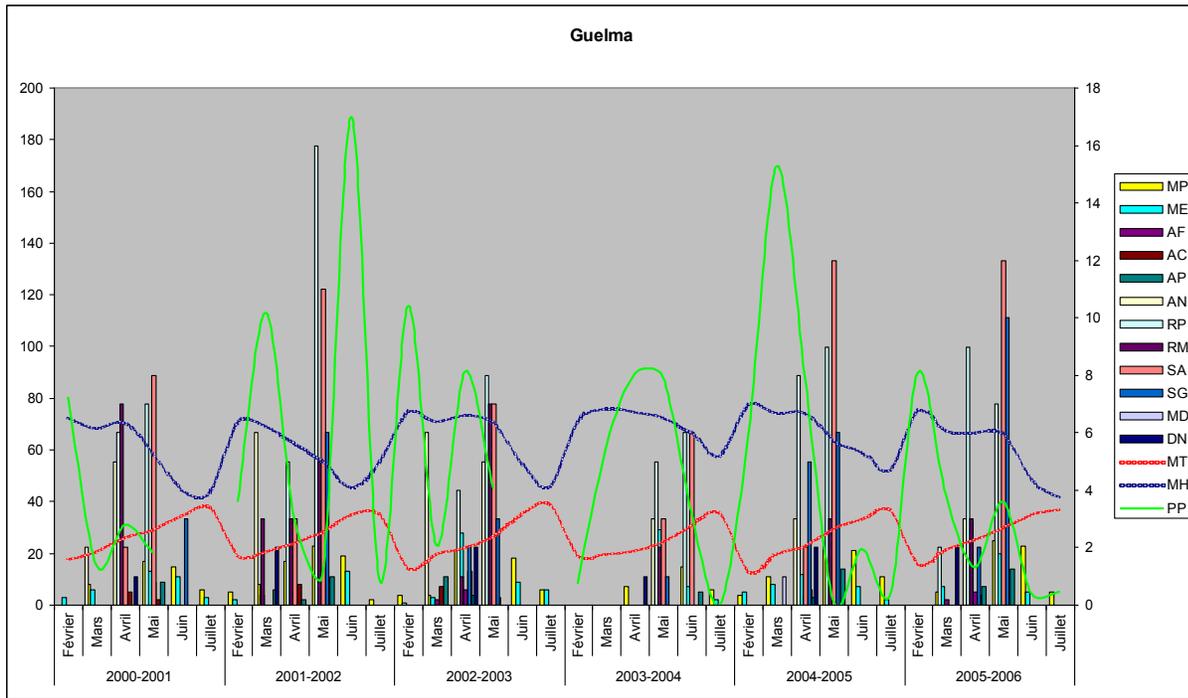
ANNEXE.B



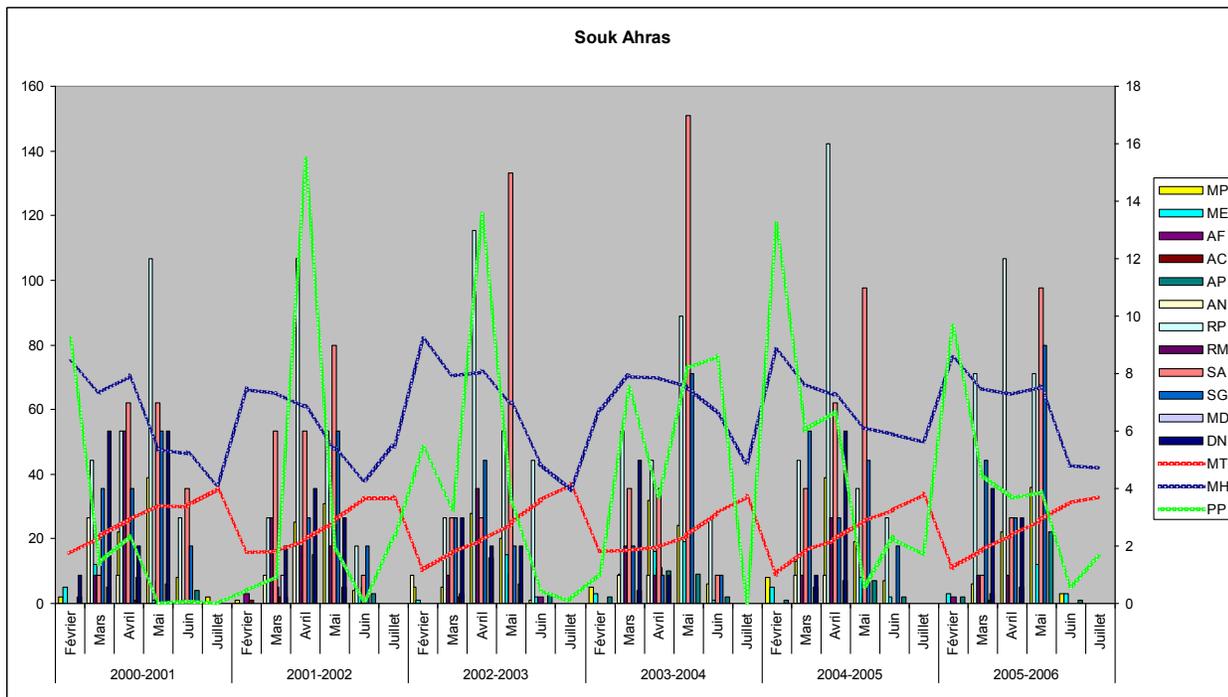
Courbes .1. Evolution des différentes espèces de pucerons en fonction des conditions climatiques (Région de Constantine)



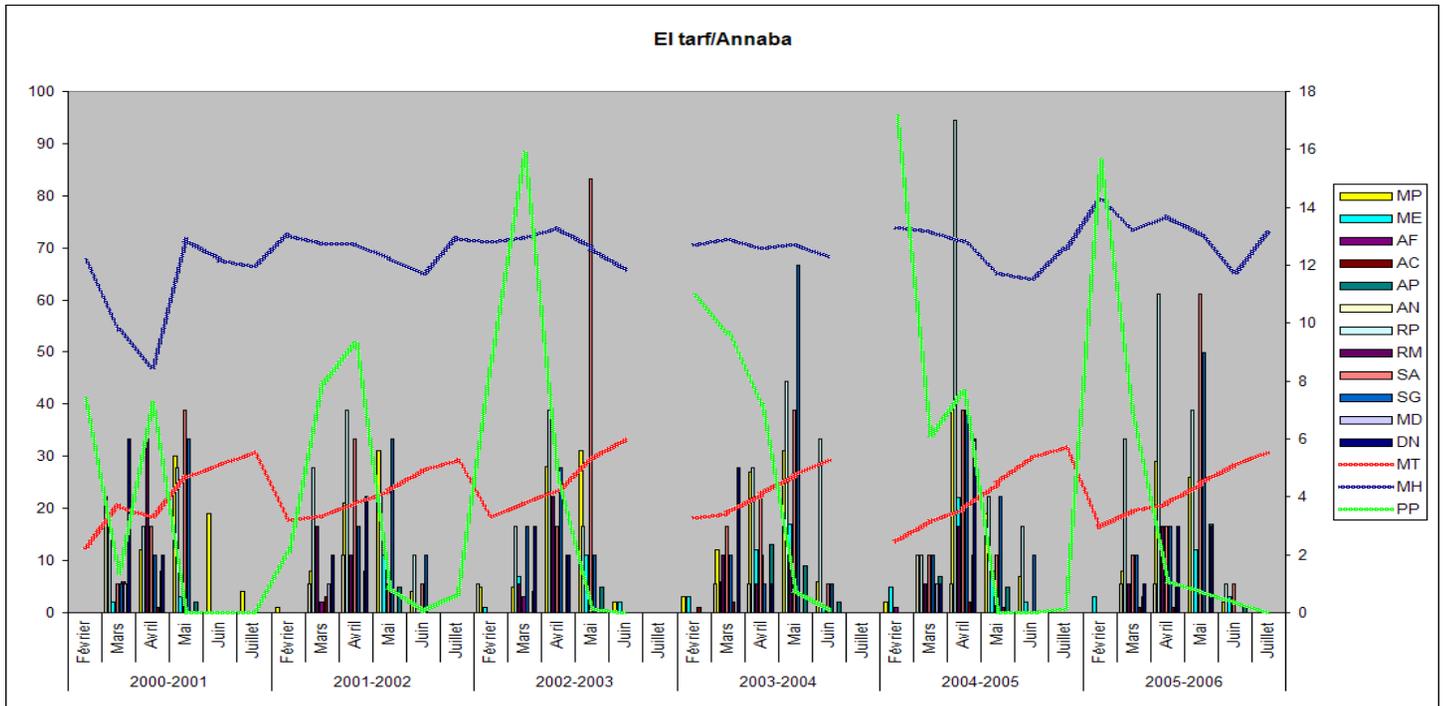
Courbes .2. Evolution des différentes espèces de pucerons en fonction des conditions climatiques (Région de Mila)



Courbes.3. Evolution des différentes espèces de pucerons en fonction des conditions climatiques (Région de Guelma)



Courbes .4. Evolution des différentes espèces de pucerons en fonction des conditions climatiques (Région de S /Ahras)



Courbes.5. Evolution des différentes espèces de pucerons en fonction des conditions climatiques (Région de El Tarf / Annaba)

ANNEXE.C

Tableaux.12 .Moyennes des relevés mensuels de pucerons pour les Campagne 2000-2006 et les Régions d'étude : (a),(b), (c),(d),(e) Annaba /El tarf, S /Ahras, Mila, Guelma, Constantine

Annaba/El Tarf
(a)

	2000-2001						2001-2002						2002-2003					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	0	3	12	30	19	4	1	8	21	31	4	0	5	5	28	31	2	0
ME	0	2	16	3	0	0	0	7	8	11	0	0	1	7	18	11	2	0
AF	0	3	3	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	3	3	0	0	0
AC	0	6	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	0	3	8	2	0	0	0	2	8	5	0	0	0	4	11	5	0	0
AN	0	4	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
RP	0	3	3	5	0	0	0	5	7	4	2	0	0	3	7	3	0	0
RM	0	0	6	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	4	0	0	0
SA	0	1	3	7	0	0	0	0	6	1	1	0	0	0	3	15	0	0
SG	0	1	2	6	0	0	0	0	3	6	2	0	0	3	5	2	0	0
MD	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	6	2	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	3	2	0	0	0

	2003-2004						2004-2005						2005-2006					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	3	12	27	31	6	0	2	7	39	19	7	0	0	8	29	26	2	0
ME	3	6	12	17	1	0	5	3	22	8	2	0	3	5	9	12	3	0
AF	0	7	11	0	0	0	1	4	7	2	0	0	0	2	5	12	0	0
AC	1	2	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0
AP	0	0	13	9	2	0	0	7	11	5	0	0	0	3	5	17	1	0
AN	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
RP	0	0	5	8	6	0	0	2	17	4	3	0	0	6	11	7	1	0
RM	0	2	1	2	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0
SA	0	3	4	7	1	0	0	2	7	2	0	0	0	2	3	11	1	0
SG	0	2	1	12	1	0	0	2	7	4	2	0	0	2	3	9	0	0
MD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	5	1	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	1	3	3	0	0

S/Ahras
(b)

	2000-2001						2001-2002						2002-2003					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	2	6	22	39	8	2	1	8	25	31	4	0	5	5	28	20	1	0
ME	5	12	15	1	1	0	0	6	9	15	3	0	1	3	11	15	2	0
AF	0	3	3	7	1	0	3	5	8	11	5	0	0	3	3	9	2	0
AC	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
AP	2	5	8	6	4	0	0	2	15	5	3	0	0	3	14	6	3	0
AN	0	3	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
RP	0	5	6	12	3	0	0	3	12	6	2	0	0	3	13	6	5	0
RM	0	1	6	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	1	4	0	0	0
SA	0	1	7	7	4	0	0	6	6	9	1	0	0	3	3	15	0	0
SG	0	4	4	6	2	0	0	0	3	6	2	0	0	3	5	2	0	0
MD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	1	6	2	6	0	0	0	2	4	3	0	0	0	3	2	2	0	0

	2003-2004						2004-2005						2005-2006					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	5	9	32	24	6	0	8	13	39	19	7	0	0	6	22	36	3	0
ME	3	6	16	19	1	0	5	5	14	8	2	0	3	6	8	12	3	0
AF	0	7	11	0	0	0	0	4	7	2	0	0	2	2	8	12	0	0
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
AP	2	4	10	9	2	0	1	5	7	7	2	0	2	3	5	22	1	0
AN	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RP	0	6	5	10	3	0	0	5	16	4	3	0	0	8	12	8	0	0
RM	0	2	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0
SA	0	4	4	17	1	0	0	4	7	11	0	0	0	1	3	11	0	0
SG	0	2	1	8	1	0	0	6	3	5	2	0	0	5	3	9	0	0
MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	5	1	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	4	3	0	0	0

Mila
(c)

	2000-2001						2001-2002						2002-2003					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	0	5	16	30	12	4	2	8	21	31	18	8	3	5	28	21	15	1
ME	0	0	21	17	0	0	0	3	8	11	0	0	1	7	20	11	9	0
AF	3	3	0	0	0	0	0	3	6	4	0	0	0	3	6	2	0	0
AC	0	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0
AP	0	6	13	10	0	0	0	2	11	0	0	0	0	4	11	0	0	0
AN	2	4	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RP	0	3	13	11	0	0	0	5	17	10	6	0	0	9	17	3	0	0
RM	1	7	0	0	0	0	0	3	5	3	0	0	0	0	1	4	0	0
SA	0	3	3	12	0	0	0	0	6	11	0	0	0	0	13	3	0	0
SG	0	6	2	3	0	0	0	0	3	6	0	0	0	3	5	2	0	0
MD	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	3	6	2	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	3	2	0	0	0

	2003-2004						2004-2005						2005-2006					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	3	12	17	31	20	2	2	7	38	18	7	1	0	5	29	16	13	5
ME	0	6	21	17	7	2	0	3	31	6	1	0	3	5	9	15	5	0
AF	0	7	11	5	0	0	0	4	11	2	0	0	0	2	5	0	0	0
AC	0	3	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0
AP	0	0	13	9	5	0	0	7	11	3	0	0	0	3	5	17	1	0
AN	0	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
RP	0	0	5	8	6	0	0	0	17	4	0	0	0	4	9	7	0	0
RM	0	2	1	2	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
SA	0	0	4	6	1	0	0	2	7	2	0	0	0	0	3	12	0	0
SG	0	2	1	12	1	0	0	0	3	4	0	0	0	0	2	7	0	0
MD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	0	1	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	2	2	0	0	0

Guelma
(d)

	2000-2001						2001-2002						2002-2003					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	0	8	11	17	15	6	5	8	17	23	19	2	4	4	21	16	18	6
ME	3	6	9	13	11	3	2	4	7	11	13	0	1	3	28	11	9	6
AF	0	0	3	9	0	0	0	0	2	14	0	0	0	2	6	0	0	0
AC	0	0	5	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	7	13	3	0	0
AP	0	0	0	9	0	0	0	6	2	11	0	0	0	11	4	0	0	0
AN	0	2	5	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0	5	0	0
RP	0	0	6	7	0	0	0	0	5	16	0	0	0	0	4	8	0	0
RM	0	0	7	0	0	0	0	3	3	5	0	0	0	0	1	7	0	0
SA	0	0	2	8	0	0	0	0	3	11	0	0	0	0	0	7	0	0
SG	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	3	0	0
MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0

	2003-2004						2004-2005						2005-2006					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	0	0	7	21	15	6	4	11	16	23	21	11	0	5	21	25	23	5
ME	0	0	0	29	7	2	5	8	12	27	7	2	0	7	32	20	5	0
AF	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	0	0	0	2	5	0	0	0
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	4	0	0	0
AP	0	0	0	0	5	0	0	0	3	14	0	0	0	0	7	14	0	0
AN	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
RP	0	0	0	5	6	0	0	0	8	9	0	0	0	2	9	7	0	0
RM	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0
SA	0	0	0	3	6	0	0	0	2	12	0	0	0	0	0	12	0	0
SG	0	0	0	1	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	2	10	0	0
MD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Constantine
(e)

	2000-2001						2001-2002						2002-2003					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	0	5	6	13	14	10	4	10	8	21	15	5	0	0	10	16	0	0
ME	0	0	0	2	5	7	0	2	7	9	0	0	0	0	3	5	3	0
AF	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	0	0	0	5	2	0	0	0	0	3	6	8	0	0	0	2	6	0
AN	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	3	0	0	0
RP	0	0	6	17	9	0	4	3	15	2	0	0	0	5	8	2	0	0
RM	0	1	1	5	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	4	0	0	0
SA	0	0	3	5	0	0	0	2	2	9	0	0	0	0	1	6	0	0
SG	0	0	0	1	4	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0	6	0	0
MD	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	0	3	5	3	0	0	0	7	2	0	0	0	3	8	0	0	0

	2003-2004						2004-2005						2005-2006					
	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J
MP	0	0	0	13	23	0	4	7	18	14	8	0	0	6	11	19	9	0
ME	0	0	5	16	5	0	0	0	1	6	0	0	0	0	7	14	0	0
AF	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	0	0	1	5	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	3	8	0	0
AN	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
RP	0	0	0	13	5	0	0	0	17	4	0	0	0	4	7	13	0	0
RM	0	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0
SA	0	0	0	3	11	0	0	0	7	2	0	0	0	0	9	3	0	0
SG	0	0	0	3	0	0	0	0	3	8	0	0	0	0	8	13	0	0
MD	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN	0	0	3	1	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	6	1	0	0

ANNEXE.C

RELEVES DES PUCERONS
Nombre cumule des relevés de pucerons

	Constantine	Mila	Guelma	S/Ahras	Annaba/Tarf	Total
2000-2001	139	227	173	241	165	945
2001-2002	172	225	216	238	158	1009
2002-2003	90	217	214	175	182	878
2003-2004	113	236	139	239	226	953
2004-2005	127	211	236	233	222	1029
2005-2006	153	192	222	224	215	1006
Total	794	1308	1200	1350	1168	5820

Relevés globaux par région

	Constantine	Mila	Guelma	S/Ahras	Annaba/Tarf
2000-2001	139	227	173	241	165
2001-2002	172	225	216	238	158
2002-2003	90	217	217	175	182
2003-2004	113	236	139	239	226
2004-2005	127	211	236	233	222
2005-2006	153	192	222	224	215

Relevés globaux par espèce de culture et par région

Espèces campagnes	Constantine			Mila			Guelma			S/Ahras			Annaba/Tarf		
	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge	Blé dur	Blé tendre	Orge
2000-2001	49	55	35	89	78	60	67	58	48	91	95	65	60	62	43
2001-2002	66	60	46	75	75	75	75	73	68	76	93	69	55	63	40
2002-2003	29	32	29	69	76	72	73	79	65	84	50	41	93	76	53
2003-2004	40	47	26	90	73	73	51	47	41	119	70	50	101	73	52
2004-2005	52	47	28	89	72	50	110	93	53	107	85	51	94	75	53
2005-2006	59	60	34	68	67	57	82	79	71	84	81	59	90	75	50
Total	295	301	198	480	441	387	458	429	346	561	474	335	493	424	291

ANNEXE.D

Tableau : RESULTATS DES EPREUVES SEROLOGIQUES /TEST ELISA.

a) - (Réponses des différents sérotypes vis-à-vis des différentes espèces de différentes régions)

Régions	CONSTANTINE									MILA								
	BLE DUR			BLE TENDRE			ORGE			BLE DUR			BLE TENDRE			ORGE		
	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv
2000 - 2001	8 / 36	3 / 36	0 / 36	11 / 60	13 / 60	0 / 60	4 / 6	3 / 6	0 / 6	4 / 12	2 / 12	0 / 12	4 / 24	4 / 24	0 / 24	5 / 12	4 / 12	0 / 12
2001-2002	11 / 30	5 / 30	0 / 30	9 / 42	4 / 42	0 / 42	8 / 18	4 / 18	0 / 18	4 / 12	2 / 12	0 / 12	6 / 24	2 / 24	0 / 24	0	0	0
2002-2003	14 / 42	7 / 42	0 / 42	13 / 48	9 / 48	0 / 48	5 / 12	2 / 12	0 / 12	4 / 12	3 / 12	0 / 12	5 / 30	7 / 30	0 / 30	7 / 18	5 / 18	0 / 18
2003 - 2004	18 / 42	11 / 42	0 / 42	5 / 30	3 / 30	0 / 30	2 / 6	1 / 6	0 / 6	5 / 12	2 / 12	0 / 12	7 / 24	5 / 24	0 / 24	4 / 12	4 / 12	0 / 12
2004-2005	9 / 24	3 / 24	0 / 24	12 / 30	9 / 30	0 / 30	2 / 6	1 / 6	0 / 6	4 / 18	2 / 8	0 / 18	4 / 24	3 / 24	0 / 24	4 / 12	3 / 12	0 / 12
2005-2006	7 / 12	2 / 12	0 / 12	1 / 12	3 / 12	0 / 12	3 / 6	3 / 6	0 / 6	7 / 12	3 / 12	0 / 12	4 / 12	3 / 12	0 / 12	0	0 / 0	0
	67	31	0	51	41	0	24	14	0	28	14	0	30	24	0	20	16	0

b)- (Réponses des différents sérotypes vis-à-vis des différentes espèces de différentes régions)

Régions	GUELMA									S /AHRAS								
	BLE DUR			BLE TENDRE			ORGE			BLE DUR			BLE TENDRE			ORGE		
	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv
2000 - 2001	6 / 12	4 / 12	0 / 12	11 / 24	7 / 24	0 / 24	8 / 18	5 / 18	0 / 18	2 / 6	2 / 6	0 / 6	6 / 18	4 / 18	0 / 18	7 / 24	8 / 24	0 / 24
2001-2002	4 / 18	5 / 18	0 / 18	6 / 18	5 / 18	0 / 18	12	12	12	4 / 12	3 / 12	0 / 12	4 / 18	2 / 18	0 / 18	3 / 12	2 / 12	0 / 12
2002-2003	3 / 12	3 / 12	0 / 12	7 / 30	5 / 30	0 / 30	7 / 18	5 / 18	0 / 18	3 / 12	3 / 12	0 / 12	5 / 12	3 / 12	0 / 12	2 / 6	2 / 6	0 / 6
2003 - 2004	8 / 24	7 / 24	0 / 24	7 / 24	6 / 24	0 / 24	0	0	0	7 / 24	4 / 24	0 / 24	4 / 12	4 / 12	0 / 12	3 / 12	2 / 12	0 / 12
2004-2005	4 / 12	3 / 12	0 / 12	5 / 18	7 / 18	0 / 18	4 / 6	3 / 6	0 / 6	2 / 12	2 / 12	0 / 12	8 / 24	5 / 24	0 / 24	0	0	0
2005-2006	5 / 18	3 / 18	0 / 18	4 / 24	4 / 24	0 / 24	2 / 6	2 / 6	0 / 6	4 / 12	3 / 12	0 / 12	6 / 18	3 / 18	0 / 18	0	0	0
	30	25	0	40	34	0	21	15	0	22	17	0	33	21	0	15	14	0

c) - (Réponses des différents sérotypes vis-à-vis des différentes espèces de différentes régions)

Régions	ANNABA/ EL TARF								
	BLE DUR			BLE TENDRE			ORGE		
	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv	Pav.	Mav	Rpv
2000-2001	2 / 6	2 / 6	0 / 6	4 / 12	2 / 12	0 / 12	3 / 6	2 / 6	0 / 6
2001-2002	1 / 6	1 / 6	0 / 6	3 / 12	2 / 12	0 / 12	2 / 6	1 / 6	0 / 6
2002-2003	4 / 12	3 / 12	0 / 12	2 / 12	1 / 12	0 / 12	0	0	0
2003-2004	2 / 6	1 / 6	0 / 6	5 / 18	3 / 18	0 / 18	0	0	0
2004-2005	1 / 6	2 / 6	0 / 6	3 / 12	3 / 12	0 / 12	0	0	0
2005-2006	4 / 12	4 / 12	0 / 12	2 / 12	4 / 12	0 / 12	4 / 6	3 / 6	0 / 6
	14	13	0	21	15	0	10	6	0

RESUMES

OUFFROUKH Ammar	Date de soutenance N° de série N° d'ordre
Contribution à la connaissance des stress biotiques affectants les céréales d'hiver « Identification et approche à l'étude épidémiologique du virus de la Jaunisse Nanisante de l'Orge «VJNO» Sévissant dans les cultures de céréales dans les zones Est de l'Algérie »	
<p>RESUME :</p> <p>Les recherches effectuées sur céréales au cours de ces dernières années, Indiquent les risques de développement épidémiques de certaines maladies cryptogamiques (<i>Rouille jaune, Helminthosporioses, Septorioses</i>, etc.), et virales si des mesures adéquates de prévention et d'intervention ne sont pas prises à temps (A.Ouffroukh. ,2008 ; A.Ouffroukh., 2006). Les pertes de récoltes qui en découlent sont importantes. En années favorables la <i>Rouille jaune</i>, par exemple, peut prendre des ampleurs épidémiques et anéantir des récoltes entières. (A.Ouffroukh. ,2008 ; A.Ouffroukh., 2006 ; B. Bahri, M. Leconte, A. Ouffroukh, C. De Vallavieille-Pope, J. Enjalbert, 2009). Les maladies virales quant à elles, sont en train de prendre de l'extension. Ainsi, le Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV.) ou (VJNO) a été signalé dans plusieurs régions céréalières prospectées et sur plusieurs espèces (blés dur et tendre et orges).</p> <p>En général très peu d'information est disponible sur leur épidémiologie et leur impact économique, quand aux moyens de lutte, ils sont peu ou presque inexistant (La pierre H. et Signoret J.P., 1978). Le BYDV (VJNO) très peu connue en Algérie par rapport aux autres maladies, peut s'avérer très important et menaçant pour notre céréaliculture, d'autant plus que cette maladie est véhiculée par des insectes vecteurs appartenant notamment au genre <i>Aphididae</i>, dont une dizaine d'espèces environ ont été identifiées (A.Ouffroukh., 2006 ; Ayadi K. et Ayoub L. ,1994 ; Ouffroukh .A, Khelifi. D, Dehimet. L ,2009). Par ailleurs après son observation et sa détection, son identité virale a été confirmée par des investigations sérologiques qui ont montré l'existence de deux souches virales ou Pathotypes (PAV et MAV) , ce qui confirme les résultats obtenus par H. Belkahla.et Lapierre , (1999). La fréquence de la maladie varie annuellement de 8% à 18% selon la région mais elle est rencontrée aussi et globalement sur les différentes espèces à des taux allant de 8% à 28%.(Ayadi K. et Ayoub L. ,1994 ; A.Ouffroukh. ,2008 ; Ouffroukh .A, Khelifi. D, Dehimet. L ,2009).</p> <p>Au plan de la capacité vectrice, RP apparaît comme meilleur vecteur et les plantes contaminées par cette espèce apparaissent les plus affectées sur le plan clinique, quant à l'impact des contaminations sur les espèces de céréales étudiées, il ressort que les orges sont les espèces les plus affectes, alors que les blés tendre sont plus sensibles au BYDV (VJNO) que les blés durs. Par ailleurs, l'influence du virus de la jaunisse nanisante de l'orge (VJNO) sur le développement des céréales est certain et il est d'autant plus important que la plante est soumise à une contrainte hydrique, de plus qu'il s'avère que les cultivars et les génotypes les plus tolérants manifestent en général un certain niveau de tolérance à la sécheresse.</p> <p>Au point de vue épidémiologique, et bien que les résultats que nous avons enregistrés ne permettent pas de conclure définitivement sur les conditions précises des régions étudiées, il n'en demeure pas moins que des renseignements intéressants ont été obtenus. Il apparaît ici tout l'intérêt des prévisions des vols de pucerons qui sont un élément fondamental d'indication des risques encourus par les cultures et donc des périodes durant lesquelles des actions de prévention et de protection doivent être menées.</p>	
Mots clés : Céréales, Maladies, Virus, BYDV, Sérologie, ELISA, souches, Pathotype (Pav, Mav, Rpv.) Pucerons, stress hydrique, Epidémiologie.	
Laboratoire : Biochimie Cinétique Biotechnologie végétale	
Président de jury : Rapporteurs : Examineurs	

OUFFROUKH Ammar	Date de soutenance N° de série N° d'ordre
Contribution à la connaissance des stress biotiques affectants les céréales d'hiver « Identification et approche à l'étude épidémiologique du virus de la Jaunisse Nanisante de l'Orge «VJNO» Sévissant dans les cultures de céréales dans les zones Est de l'Algérie »	
<p>ABSTRACT:</p> <p>Research on cereals in recent years, Indicate the risk of epidemic development of certain fungal diseases (rust yellow blotch, Septoria, etc.), and viral adequate measures of prevention and intervention are not taken in time (A.Ouffroukh. 2008; A.Ouffroukh, 2006). Crop losses arising are important. In favorable years the Yellow rust, for example, can take extents epidemic and destroy entire harvests. (A.Ouffroukh., 2008; A.Ouffroukh., 2006; B. Bahri, M. Leconte, A. Ouffroukh, C. Vallavieille-Pope, J. Enjalbert, 2009). Viral diseases in turn, are taking extension. Thus, the Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV.) or (BYDV) was reported in several areas prospected and several cereal species (wheat and barley hard and soft).</p> <p>In general very little information is available on their epidemiology and economic impact, when the means of struggle, they have little or almost nonexistent (H. Stone and JP Signoret, 1978). BYDV (BYDV) little known in Algeria compared to other diseases, can be very important for our cereal and threatening, particularly since this disease is transmitted by insect vectors belonging to the genus including Aphididae, including a dozen some species have been identified (A.Ouffroukh., 2006; L. Ayadi K. and Ayoub, 1994; Ouffroukh. A Khelifi. D, Dehimet. L, 2009). Also after his observation and detection, identity veered – was confirmed by serological investigations have shown that the existence of two viral strains or Pathotypes (PAV and MAV), confirming the results obtained by H. Belkahla.et Lapierre (1999).</p> <p>The frequency of the disease varies annually from 8% to 18% depending on the region but is also encountered and generally on the different species at rates ranging from 8% to 28%. (L. Ayadi K. and Ayoub, 1994; A. Ouffroukh., 2008; Ouffroukh. A Khelifi. D, Dehimet. L, 2009).</p> <p>In terms of capacity vector, PR appears to be best vector and infected plants by this species appear most affected clinically, about the impact of contamination on cereal species studied, it appears that the barley species are most affected, while soft wheats are more susceptible to BYDV (BYDV) and durum wheats.</p> <p>Moreover, the influence of virus Barley yellow dwarf (BYDV) on cereal development is certain and it is especially important that the plant is subjected to water stress, it's more 'is that cultivars and genotypes most tolerant in general show a certain level of tolerance to drought.</p> <p>In epidemiological terms, and although the results we have achieved can not definitively conclude on the precise conditions of the regions studied, the fact remains that valuable information was obtained. It appears here the whole point estimates of aphid that are a fundamental element .indication of risk to crops and therefore the periods in which the actions of prevention and protection should be carried out.</p>	
<p>Keywords: <i>Cereal, diseases, viruses, BYDV, Serology, ELISA, strains, Pathotype (Pav, Mav, Rpv,) Aphids, water stress, Epidemiology.</i></p>	
<p>Laboratoire : Biochimie Cinétique Biotechnologie végétale</p>	
<p>Président de jury : Rapporteurs : Examineurs</p>	

OUFFROUKH Ammar	Date de soutenance N° de série N° d'ordre
<p align="center">Contribution à la connaissance des stress biotiques affectants les céréales d'hiver « Identification et approche à l'étude épidémiologique du virus de la Jaunisse Nanisante de l'Orge «VJNO» Sévissant dans les cultures de céréales dans les zones Est de l'Algérie »</p>	
<p align="right">ملخص</p> <p>تشير الأبحاث في مجال أمراض الحبوب في السنوات الأخيرة إلى احتمال الانتشار الوبائي لبعض الأمراض الفطرية (الصدأ الأصفر، السبوتريا، الخ ..)، والفيروسية إن لم تتخذ التدابير الكافية من الوقاية والتدخل في الوقت المناسب. على سبيل المثال يمكن لوباء الصدأ الأصفر، في السنوات المواتية، أن يتسبب في خسائر مهمة ويدمر المحاصيل بالكامل. و في المقابل فإن الأمراض الفيروسية، في ازدياد مستمر، فقد تمت معانيته في عدة مناطق منتجة للحبوب و على عدة أنواع من القمح (القمح الصلب، اللين و الشعير).</p> <p>بشكل عام، قليلة هي المعلومات المتوفرة التي تخص تطور الوباء و أثره الاقتصادي، أما فيما يخص وسائل المكافحة فهي قليلة أو غير موجودة تقريبا. يمكن لفيروس مرض (BYDV) الغير معروف جيدا في الجزائر، بالمقارنة مع غيره من الأمراض، أن يكون ذو خطورة على زراعتنا للحبوب، خاصة أن المرض ينتقل عن طريق حشرات ناقله تنتمي إلى نوع الأفيدا و الذي تم الكشف عن العديد من أصنافه.</p> <p>أيضا و بعد ملاحظته و تحديده تم تأكيد هويته بواسطة التحقيقات المصلية و التي أظهرت وجود اثنين من سلالات فيروسية PAV و MAV، مؤكدة بذلك النتائج المحصل عليها من طرف بن كحلة و ابيير. إن تواتر المرض يختلف سنويا من 8% إلى 18% حسب المنطقة، كما يتواجد وبشكل عام على أنواع مختلفة وبنسب تتراوح بين 8% إلى 28%.</p> <p>من حيث قدرته على التنقل، تعتبر حشرة المن كأفضل ناقل للفيروس. و تعتبر النباتات المصابة بهذا الناقل الأكثر تضررا ظاهريا، أما تأثير الإصابة على الحبوب المدروسة، تبين أن الشعير هو الأكثر تضررا، في حين أن القمح اللين هو أكثر عرضة للإصابة بالفيروس (BYDV) من القمح الصلب.</p> <p>وعلاوة على ذلك، فإن تأثير فيروس اصفرار الشعير المقزم (BYDV) على نمو الحبوب مؤكد، وأنه ذا أهمية أكثر في حالة تعرض النباتات لندرة المياه، أيضا أن الأصناف والأنماط الوراثية الأكثر مناعة بشكل عام تظهر مستوى معين من تحمل الجفاف.</p> <p>من الناحية الوبائية، وعلى الرغم من أن النتائج التي حققناها لا تمكننا من الجزم على الظروف الدقيقة للمناطق التي تمت دراستها، فإن الحقيقة تبقى أنه تم الحصول على معلومات قيمة. ويبدو هنا أن الغاية من ترقب طيران حشرة المن و التي تعتبر عنصرا أساسيا و مؤشرا لتلك الأخطار المحتملة على المحاصيل هي وجوب القيام ببرمجة فترات تتم من خلالها إجراءات التدخل الوقائية والحماية.</p> <p>الكلمات الرئيسية: PAV (Pathotype)، والسلالات، ELISA، الأمصال، وBYDV والأمراض، والفيروسات و الحبوب، والأمراض :الكلمات الرئيسية، علم الأوبئة المن، وندرة المياه، (طائرات، MAV،</p>	
<p align="center">الكلمات الرئيسية: الحبوب، والأمراض، والفيروسات، BYDV، الأمصال، ELISA، والسلالات، ، Pathotype . (PAV)، أنثير، طائرات، المن، وندرة المياه، وعلم الأوبئة</p>	
<p>Laboratoire : Biochimie Cinétique Biotechnologie végétale Président de jury : Rapporteurs : Examineurs</p>	