

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Hassiba Benbouali de Chlef

Faculté Sciences de la Nature et de la Vie

Département Sciences Agronomiques



THÈSE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des Végétaux

Khaldia MEDJAHED

Thème :

CONNAISSANCES SUR LES VIRUS À TRANSMISSION PAR SEMENCE : CAS DU BSM-HORDEÏVIRUS

Soutenue le/...../.....devant le jury composé de :

Benali SETTI	Professeur	Université Hassiba Benbouali	Président
Hadjira BELKAHLA	Professeur	Université Saad Dahleb	Rapporteur
Samia LAALA	MCA	ENSA El Harrach	Examineur
Arezki LEHAD	MCA	ENSA El Harrach	Examineur
Malika MEZIANE	MCA	Université Hassiba Benbouali	Examineur
Fatma Zohra HAMDANI	MCA	Université Hassiba Benbouali	Examineur

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail : A mes chers parents Abdelkader et Yamina

A mon très cher Mahdi et à mes enfants : Youcef, Oussama et Yassine

A mes chers frères et sœurs.

A toute ma famille.

A mes amis et mes collègues.

A tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.

Khaldia

Remerciements

Tout d'abord, je remercie le bon dieu pour m'avoir donné le courage et la santé pour accomplir ce travail.

•Je remercie particulièrement ma directrice de thèse **Mme Hadjira BELKAHLA**, Professeur à l'université Saad Dahleb de Blida, qui a bien voulu diriger ce travail, je la remercie pour son encadrement et ses conseils et qui a toujours suivi ce travail avec un très grand intérêt.

•Je remercie **Mr Benali SETTI** professeur à l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de mon jury de thèse.

•Je remercie également **Mr Arezki LEHAD** maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, **Mme Samia LAALA** maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, **Mme Malika MEZIANE** maître de conférences à l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef et **Mme Fatma Zohra HAMDANI** maître de conférences à l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef d'avoir accepté d'examiner ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance, et mon profond respect.

•Je remercie infiniment **Mr Merouane Abdelaziz** qui m'a beaucoup aidé à finaliser ce travail
Mes remerciements vont également aux collègues de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et plus particulièrement l'équipe de protection des végétaux.

Tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici ma haute considération

Abstract. This study was designed to survey Barley Stripe Mosaic Virus (*BSMV*) in various cereal varieties cultivated in 28 fields cultivated in seven districts namely Boukadir, Sobha, Ouled Fares, Tadjena, Kaloul, Abou Elhacene and El Karimia located in Chlef province. The survey covered 2 barley, 2 durum wheat, 4 common wheat and one oat varieties. The main objectives of this investigation were to identify the virus in the varieties studied, to confirm its mode of transmission by seed and to determine the incidence of the disease. The Barley Stripe Mosaic Virus was examined in plants and seeds symptomatically by mechanical inoculation and serologically by TAS-ELISA technique using specific monoclonal antibodies. The surveys showed a high expression of typical *BSMV* symptoms. The results of the serological analysis showed that 27 fields, or 96.24%, were infected. The mechanical inoculation test proved infection of varieties in prospected fields, the rates recorded were, 75% for *Lycopersicum esculentum* and 92.5% for *Hordeum vulgare* and seeds transmission test showed efficiency of seed transmission with a rate of 77%. In terms of species susceptibility, barley was the most susceptible crop followed by durum wheat and common wheat, whereas the oat was not infected. This investigation is the first report on Barley Stripe Mosaic Virus naturally infecting cereals in the cereal producer zone of Chlef. The findings provide useful information on viral infection of cereal fields, thus, as a priority measurement there is a need to reinforce control of cereal seeds.

Keywords: Barley Stripe Mosaic Virus, Hordeivirus, Cereals, Transmission, seed, TAS-ELISA

ملخص: أجريت هذه الدراسة على مرض الفسيفساء المخطط للشعير والذي يسببه فيروس *BSMV*. وقد استهدفت الاستطلاعات سبعة مواقع هي بوقادير، الصبحة، أولاد فارس، تاجنة، قالول، أبو الحسن والكريمية، والتي تقع في منطقة الشلف غرب الجزائر. استهدف التحقيق نوعين من الشعير، نوعين من القمح الصلب، أربعة أنواع من القمح اللين، ونوع من الخرطال. الأهداف المسطرة لهذه الدراسة هي تشخيص الفيروس في الأصناف المدروسة، تأكيد طريقة انتقال الفيروس عن طريق البذور وتحديد طريقة انتقال المرض، طريقة التنقيب على الفيروس كانت عن طريق ملاحظة الأعراض المرضية على النباتات والبذور عن طريق الانتقال الميكانيكي و مصليا عن طريق استعمال تقنية TAS-ELISA . الاستطلاعات بينت ظهور بارز لأعراض المرض. نتائج الاختبارات المصلية أظهرت إصابة 27 حقل وهذا ما يعادل 96.24%. الانتقال الميكانيكي أثبت إصابة النباتات في الحقول الممسوحة والمعدلات المسجلة كانت 75% على الطماطم و92,5% على الشعير و أثبت اختبار البذور فعالية انتقال الفيروس عن طريق هذه الأعضاء وبمعدل 77%. الدراسة أثبتت أن الشعير هو النوع الحساس للمرض متبوعا بالقمح الصلب ثم القمح اللين فيما لم يظهر الخرطال أي حساسية تجاه هذا المرض. هذا الاستطلاع هو الأول من نوعه حول فيروس الفسيفساء المخطط للشعير في ولاية الشلف. النتائج المتحصل عليها تقدم معلومات حول الإصابة الفيروسية وطريقة انتشار المرض إلى الحقول مما يستوجب اتخاذ قرارات وقائية وذلك بالمراقبة المستمرة لحقول الحبوب في المنطقة.

كلمات مفتاحية: حبوب- بذرة، انتقال، *BSMV*، TAS-ELISA، *Hordeivirus*.

Résumé. Cette étude a été menée pour étudier le virus de la mosaïque de l'orge (*BSMV*) dans plusieurs variétés de céréales cultivées dans 28 champs de la wilaya de Chlef. Les prospections ont visé sept sites à savoir : Boukadir, Sobha, Ouled Fares, Tadjena, Kaloul, Abou Elhacene et El Karimia. L'enquête a porté sur 2 variétés d'orge, 2 variétés de blé dur, 4 variétés de blé tendre et une variété d'avoine. Les objectifs de cette étude étaient d'identifier le virus dans les variétés étudiées, confirmer son mode de transmission par semence et enfin déterminer l'incidence de la maladie. Le virus de la mosaïque striée de l'orge a été examiné dans les plantes et les graines de manière symptomatique, par inoculation mécanique et sérologiquement par la technique TAS-ELISA en utilisant des anticorps monoclonaux spécifiques. Les prospections ont montré une grande expression des symptômes typiques de *BSMV*. Les résultats de l'analyse sérologique ont révélé l'infection de 27 champs, soit 96,24 %. Les plantes inoculées mécaniquement par le virus ont prouvé l'infection des variétés des champs prospectés, les taux enregistrés étaient, 75% pour *Lycopersicum esculentum* et 92.5% pour *Hordeum vulgare* et le test de transmission des semences a montré l'efficacité de la transmission de ce virus via la graine et avec un taux de 77%. L'étude a montré que l'orge était la culture la plus sensible, suivie du blé dur et du blé tendre, tandis que l'avoine n'était pas infectée. La présente enquête est le premier rapport sur le virus de la mosaïque striée de l'orge infectant naturellement les céréales dans la zone de production céréalière de Chlef. Les résultats fournissent des informations utiles sur l'infection virale et la manière de la propagation de la maladie au niveau des champs céréaliers, ainsi, en tant que mesure prioritaire, il est nécessaire de renforcer le contrôle des semences de céréales.

Mots clés: *BSMV*, TAS-ELISA, Hordeivirus, transmission, semence, céréales

Table des matières

Dédicaces

Remerciements

Abstract

ملخص

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA PLANTE HÔTE.....	4
I.1. Généralités sur les céréales :.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2. Position systématique :	4
I.3. Cycle de développement :.....	5
I.4. Importance économique des céréales à l'échelle mondiale :.....	6
I.5. Production mondiale des céréales :	7
I.6. Importance économique des céréales en Algérie :.....	8
I.7. Production nationale des céréales :	9
I.8. Situation de la céréaliculture dans la région de Chlef :.....	10
I.9. Contraintes de la céréaliculture en Algérie :.....	11
I.9.1. Les contraintes du milieu :	11
I.9.2. Les contraintes techniques :.....	11
I.9.3. Contraintes phytosanitaires :	12
I.9.3.1. Les bioagresseurs	12
I.9.3.2. Les micro bio-agresseurs	12
CHAPITRE II : LES VIROSES	15
II.1. Viroses à mosaïques	15
II.1.1. La mosaïque striée en fuseau du blé (<i>WSSMV</i>) :.....	15
II.1.1.1. Gamme d'hôtes et symptomatologie :.....	15
II.1.1.2. Description :	16
II.1.1.3. Transmission :.....	16
II.1.2. La mosaïque striée du blé :.....	17
II.1.2.1. Gamme d'hôtes et symptomatologie :.....	17

II.1.2.2. Description :	18
II.1.2.3. Transmission :	18
CHAPITRE III : LA MOSAÏQUE STRIÉE DE L'ORGE	19
III.1. Répartition géographique :	19
III.2. Plante hôte :	19
III.3. Symptomatologie :	19
III.3.1. Symptômes macroscopiques :	19
III.3.2. Symptômes microscopiques :	21
III.4. Position Systématique :	21
III.5. Nature du génome :	22
III.6. Souches de <i>BSMV</i> :	23
III.7. Transmission :	24
III.8. Epidémie de la maladie :	26
III.9. Méthodes de détection :	26
III.9.1. Bio détection :	26
III.9.2. Séro détection :	28
III.9.3. Détection moléculaire :	29
III.10. Lutte et contrôle de la maladie :	30
III.10.1. Elimination des semences infectées :	30
III.10.2. Utilisation des cultivars résistants	30
CHAPITRE IV: MATÉRIELS ET METHODES	31
IV.1. .Prospection et échantillonnage :	31
IV.2. Présentation de la zone d'étude :	31
IV.3. Mode d'échantillonnage :	32
IV.4. Démarche d'analyse et d'interprétation statistique :	33
IV.5. Tests de transmission biologique :	34
IV.5.1. Transmission par semence :	34
IV.5.2. Inoculation mécanique :	34
IV.6. Identification du virus dans la semence:	35
IV.7. Préparation des échantillons à testés :	36
IV.8. Etude épidémiologique :	37
IV.9. Séro- détection du <i>BSMV</i> :	38
IV.9.1. Test immuno-enzymatique :	Erreur ! Signet non défini.
IV.9.2. Antisérums polyclonaux :	29

IV.9.3. Anticorps monoclonaux :	29
IV.9.4. Principe de test ELISA.....	38
IV.9.4.1. Extraction du virus :	38
IV.9.4.2. Les Etapes du test ELISA.....	38
CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSIONS	45
V.1. Résultats des prospections :	45
V.1.1. Symptômes observés sur terrain :	45
V.1.2. Résultats des taux d'infections :	45
V.1.2.1. Effet du stade de développement des variétés étudiées sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune de Boukadir (site 1).....	45
V.1.2.2. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Saida et Ofanton sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune de Ouled Fares (Site 2)	47
V.1.2.3. Effet du stade de développement des variétés Simito, Rihane et Ofanton sur l'évolution de la maladie au niveau la Commune de Tadjna (Site 3) :	49
V.1.2.4. Effet du stade de développement des variétés Simito, Rihane, Saida et Ofanton sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune d'El Karimia (Site 4)	50
V.1.2.5. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Simito, Rihane et Avon sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune de Sobha (site 5).....	52
V.1.2.6. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Simito, Ain Abid, Anapo, Rihane et Acsad sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune de Abou El Hacene (Site 6) :53	
V.1.2.7. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Anapo, Rihane et Ofanton sur l'évolution de la maladie au niveau de la localité de Kaloul (site 7).....	55
V.2. Résultats de test sérologique effectué sur les variétés prospectées.....	56
V.3. Résultats de test d'identification du <i>BSMV</i> dans la semence.....	59
V.4. Résultats de test de l'inoculation mécanique	59
V.5. Résultat de test de transmission par semence	61
V.6. Résultats de l'étude épidémiologique	64
Conclusion et perspectives.....	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	70
ANNEXES.....	97

Liste des tableaux

Tableau: Les principaux genres de la famille des Graminées (Feillet, 2000).....	5
Tableau 2:La production céréalière dans la wilaya de Chlef durant la campagne 2018/2019. (Berrah, 2019).....	10
Tableau 1 3 : Principaux virus décrits sur céréales (Cornuet, 1987)	18
Tableau 4 : Caractéristiques des <i>Hordeïvirus</i>	22
Tableau 5: Le matériel végétal utilisé lors des prospections	33
Tableau 6 : Essai épidémiologique réalisé sur les deux variétés Rihane et Acsad	37
Tableau 7 : Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Ain Abid et Rihane au niveau du site1 (Boukadir)	46
Tableau 8 : Taux d'infection des variétés ARZ, Saida et Ofanton de site 2 (Ouled Fares).....	48
Tableau 9 : Taux d'infection calculé pour les variétés Simito, Rihane et Ofanton du site 3 : Tadjna ...	49
Tableau 10 : Taux d'infection calculé pour les variétés Simito, Rihane, Saida et Ofanton du site 4 : El Karimia.....	51
Tableau 11 : Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Rihane et Avon du site 5 (Ferme pilote Si Tayeb).....	52
Tableau 12 : Taux d'infection calculé pour les variétés ARZ, Simito, Ain Abid de site 6 : Ferme pilote Belkhedim.....	54
Tableau13 : Taux d'infection calculé pour les variétés ARZ, Anapo, Rihane et Ofanton du site 7 : Ferme pilote Si Menaour.....	55
Tableau 14 : Résultats des densités optiques obtenus pour des variétés prospectées.....	57
Tableau 15 : Résultats des DO obtenus après le test sérologique sur semence.....	59
Tableau 16 : Résultats des DO obtenus après le test de l'inoculation mécanique	60
Tableau 17 : Résultats des DO obtenus après le test de transmission par semence.....	62
Tableau 18 : Résultats de l'incidence de la maladie de la mosaïque striée obtenus après l'étude épidémiologique.....	64

Listes des figures

Figure 1 : Les stades de cycle végétal du blé (Gate, 1995).....	6
Figure 2 : Répartition des superficies globales selon les cultures (FAO, 2019).....	7
Figure 3: Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales (FAO, 2021).....	8
Figure 4 : Superficie agricole utile en Algérie (MADR, 2019)	9
Figure 5 : Production des céréales en Algérie (Berrah, 2019).....	10
Figure 6 : Symptômes de l'oïdium sur céréales (Sayoud et <i>al.</i> , 1999) (Masson, 2012)	13
Figure 7 : Symptômes de la rouille sur céréales (Sayoud et <i>al.</i> , 1999) (Masson, 2012).....	13
Figure 8 : Symptômes de stries foliaires bactériennes sur feuilles et épi dus au <i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i> (Kaur et <i>al.</i> , 2002)	14
Figure 9 : Symptômes de stries vert-clair à jaune dus au WSSMV (Smith, 2005)	16
Figure 10: Symptômes de stries vert clair et jaunes dus au WSMV (Brunt et <i>al.</i> , 1997).....	17
Figure 11 : Symptômes causés par le BSMV (Carroll, 1980) (Horabi, 1982)	20
Figure 12 : Les particules filamenteuses des Hordeïvirus(Clare et <i>al.</i> , 2015)	22
Figure 13 : Organisation du génome du BSMV (Hu et <i>al.</i> , 2019).....	23
Figure 14 : Modes de transmission des phytovirus via la graine (Maude, 1996).....	25
Figure 15 : Principe du test ELISA	28
Figure 16: Carte représentative des différents sites prospectés au niveau de la wilaya de Chlef.....	31
Figure 17 : Inoculation mécanique des feuilles de tomate	35
Figure 18: Méthode Broyage de la semence.....	35
Figure 19: Méthodes de broyage	36
Figure 20: préparation de solution de fixation.....	38
Figure 21: Dépôts de solution de fixation	39
Figure 22 : incubation a 37°C pendant 2 heures	39
Figure 23 : lavage de la plaque avec la solution de lavage.....	39
Figure 24: Dépôts des échantillons	40
Figure 25: Incubation pendant une nuit a +4°C	40
Figure 26: Lavage de la plaque	40
Figure 27: Préparation de solution des Anticoprs conjugués	41
Figure 28:Dépôts de la solution.....	41
Figure 29: Incubation des plaques pendant 2 heures a 37°C.....	41
Figure 30: Etape de lavage	42
Figure 31: Préparation de solution de substrats	42
Figure 32: Dépôts de substrats.....	43

Figure 33: Symptômes associées <i>BSMV</i> sur Orge	45
Figure 34 : Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Ain Abid et Rihane selon les différents stades végétatifs	47
Figure 35: Taux d'infection des variétés ARZ, Saida et Ofanton selon les différents stades végétatifs	48
Figure 36 : Taux d'infection des variétés Simito, Rihane et Ofanton selon les différents stades végétatifs	50
Figure 37 : Taux d'infection des variétés Simito, Rihane, Saida et Ofanton selon les différents stades végétatifs	51
Figure 38: Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Rihane et Avon selon les différents stades végétatifs	53
Figure 40: Taux d'infection des variétés ARZ, Anapo, Rihane et Ofanton selon les différents stades végétatifs	56
Figure 41: Symptômes des lésions locales sur tomate.....	59
Figure 42:apparition des taches jaunâtre sur feuilles d'orges	61
Figure 43: Incidence de la mosaïque striée de l'orge pendant la période du 15 Avril au 15 Mai	65
Figure 44 : Incidence de la mosaïque striée de l'orge pendant la période du 15 Mai au 15 Juin	65
Figure 45: Comparaison entre les valeurs de l'incidence de la mosaïque striée obtenus pour les deux variétés étudiées (Rihane et Acsad)	65

Liste des Abréviations

Virus

BSMV: Barley Stripe Mosaic Virus

BYDV: Barley Yellow Dwarf Virus

BYMV: Bean Yellow Mosaic Virus

BYSMV: Striated Yellow Mosaic Barley

CCMV: Cereal Chlorotic Marbling Virus

CYDV: Cereal Yellow Dwarf Virus

LRSV: Lychnis Ring Spot Virus

MMV: Mosaic Maize Virus

MDMV: Maize Dwarf Mosaic Virus

MRDV: Maize Rough Dwarf Virus

OBBSV: Oat Stripe Virus

OMV: Oat Mosaic Virus

PLSV: Poa Semi Latent Virus

WCSV: Chlorotic Streaking Wheat Virus

WSBMV: Wheat Soilborne Mosaic Virus

WSMV: Wheat Streak Mosaic Virus

WYMV: Wheat Yellow Mosaic Virus

WYMV: Wheat Yellow Mosaic Virus

Autres

ADN : acide désoxyribonucléique

ANDI : Agence Nationale de Développement de l'Investissement

AM : Argentina Mild

ARN: AcideRibonucléique

ARN+: ARN simple brin

ARNss: Acide Ribonucléique simple brin

C⁺ : Contrôle positif

C⁻ : Contrôle négatif

CCLS : Coopérative de céréales et Légumes Secs

CIC : Conseil International des Céréales

DAS-ELISA

DSA : Direction des Statistiques Agronomiques

DO : Densité Optique

EILSA : Enzyme- LinkedImmunoSorbentAssay, test immuno-enzymatique

FAO : Food and Agriculture Organization, L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

FM : Ferme pilote

I : Incidence

IgG : Immunoglobuline G

INA : Institut National Agronomique

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

Ng : Nanogramme

Nm : Nanomètre

Nbr: Nombre

ORF: Open Reading Frame (cadre de lecture ouverte)

PBS –T : Tampon Phosphate Salin-Tween

PNpp : Para-nitrophenyl phosphate

PVP :Polyvinylpyrrolidone

Rndt : Rendement

RT-PCR : Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction

SAB : Sérum Albumine Bovine

SAU : Surface Agricole Utile

SD : Stade de Développement

STW : Superficie Totale de la Wilaya

TI : Taux d'Infection

TAS-ELISA

T1 : Témoin sain

T2 :Témoin sain

INTRODUCTION

Les céréales constituent la base de l'alimentation humaine et animale (Slama et *al.*, 2005) . Elles regroupent des plantes de la famille des Graminées ou Poacées et sont dénommées céréales majeures (blé, riz et maïs), céréales secondaires (Orge, sorgho, avoine, mil, seigle, triticale, trèfle) et céréales mineures (fonio, alpiste, riz sauvage).

En Algérie, La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole et occupe une place dominante dans l'économie nationale. La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays, La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3 ,5 million d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Elle apparait donc comme une spéculation dominante (Djarmoun, 2010). Selon Lani en 2011, le niveau de sa consommation est très élevé (230kg/habitant/an).

Les besoins nationaux en céréales, et en particulier le blé, ne cessent d'augmenter à cause de l'accroissement démographique, passé de 12,09 millions d'habitants en 1966 à 43,42 millions en 2019 (ONS, 2019).

La filière céréale se trouve constamment menacée par plusieurs contraintes qui affectent les rendements de façon qualitative et quantitative (Lahmar et Zerbita, 2015). La production des céréales en Algérie est marquée par une forte irrégularité, elle-même conditionnée par les aléas climatiques (Rastoin et Benabderrazik, 2014).La faiblesse de la production est également due à plusieurs autres facteurs dont les plus importants sont: les variétés anciennes à faible rendement (Sayoud et Benbelkacem, 1996) l'itinéraire technique inadéquat, la mécanisation et la non-application des facteurs d'intensification (ITGC, 2010). Également, le volume annuellement produit en semences réglementaires (certifiés et ordinaires) est insuffisant et ne couvre que de 30% en moyenne des besoins nationaux en semences (Bekkis et *al.*, 2022).

La céréaliculture Algérienne est sujette de plusieurs contraintes biotiques dont les maladies cryptogamiques, bactériennes et virales tiennent une place prépondérante (Hébrard et *al.*, 1999).L'utilisation de cultivars résistants aux virus semble être l'une des meilleures stratégies de lutte mais qui n'est pas toujours possible ou efficace et des épidémies de nouvelles maladies dues à de nouvelles variantes de virus continuent à se produire (Albertchsen, 2006).

Les phytovirus sont transmis horizontalement ou verticalement. La transmission verticale est celle qui est transmise à la descendance de la plante infectée et la transmission horizontale nécessite des vecteurs ou un contact mécanique pour que les particules virales passent d'une plante à une autre. La majorité des virus des plantes sont transmis par des insectes, en particulier par ceux appartenant à l'ordre des Hémiptères, tels que les pucerons, les aleurodes, les cicadelles et les cigales. Plusieurs phytovirus sont, en plus de leur transmission par vecteur, également transmis par le pollen et la semence (Alberstchen, 2006).

Effectivement 20 % des virus des plantes sont transmis d'une génération à une génération via la semence (Matthews, 1991 ; Mink, 1993).

En absence de moyens de lutte curative, l'impact des viroses sur le rendement est très important. Ces maladies sont de deux types : Les viroses à jaunisse représentées par la jaunisse nanisante de l'orge et dont l'agent causal est le *BYDV*. L'importance de cette maladie dépendra de la douceur du climat, la précocité de l'attaque et la durée de présence des pucerons (Bunett, 1984) Le deuxième type c'est les viroses à mosaïques dont les symptômes apparaissent sous forme de zones de coloration vert- pâle, vert foncé et de zones chlorotiques ou jaunâtres. La transmission de ces derniers est assurée par divers agents biotiques : acarien, champignon et cicadelle et par la semence (Zillensky, 1984). La transmission par la graine joue un rôle important dans l'apparition précoce des maladies, la survie de l'inoculum d'une campagne agricole à l'autre et la propagation mondiale des maladies et qui est faite par les échanges internationaux des semences.

L'élimination des virus par traitement des semences est pratiquement impossible. Seule une gestion efficace par l'utilisation de matériel de plantation sain, le contrôle de la qualité des semences, la surveillance et l'application des mesures de quarantaine des plantes infectées est l'unique méthode de lutte (Alberchtsen, 2006).

En Algérie, la jaunisse nanisante de l'orge est la principale virose des céréales (Belkahla et Lappiere, 1999). Des travaux ont permis de mettre en évidence l'existence de plusieurs autres maladies (Benmokhtar et Kari, 1999). Parmi ces maladies la mosaïque striée de l'orge causée par le *BSMV* (Boubetra et Mohamedi, 1998) (Benmokhtar et Kari, 1999 ; Medjahed, 2006). le virus de la mosaïque striée de l'orge (*BSMV*) attaque les membres de la famille des Poaceae (Bennett, 1969).Le virus passe d'une génération à une autre via la graine (Hampton et *al.*, 1993).

La réduction du rendement des plantes infectées par le *BSMV* a sérieusement touché la production mondiale de l'orge, puisque dans un champ infecté naturellement, les pertes de rendement varient de 25 à 30% ce qui a poussé d'avantage les chercheurs à étudier ce virus (Jackson et Lane, 1981). Le *BSMV* infecte l'orge, le blé, le maïs, l'avoine et plusieurs autres graminées (Carroll, 1981 ; Attrabicov et Novicov, 1989)

En absence de moyens de lutte curative contre les phytovirus, spécialement ceux transmis par la graine et vu l'importance de ce mode de transmission dans la conservation de l'inoculum primaire et la propagation des viroses d'une génération à l'autre et d'une culture à l'autre et les épidémies qui peuvent se produire. Dans ce contexte s'insère les objectifs principaux de la présente investigation :

1. La détection et identification de *BSMV* à travers une enquête réalisée dans sept sites au niveau de différentes communes de la wilaya de Chlef à savoir Boukadir, Ouled Fares, Tadjena, El Karimia, Sobha, Abou Elhacene et la localité de Kaloul. Les sept sites comprennent 28 parcelles cultivés par trois espèces des céréales orge, blé et avoine.
2. Vérifier l'état sanitaire des semences
3. Détermination de l'incidence de la maladie dans les zones prospectées.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES CEREALES

Les céréales sont des monocotylédones généralement cultivées pour leur grains dont

L'albumen amylicé réduit en farine sert à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques (Bonjean et Picard, 1990). Elles sont aussi cultivées pour leur paille (litière, fumier...etc.) et également pour la récolte en vert (Belaid, 1986).

Les céréales et leurs dérivés fournissent plus de 60% de l'apport calorique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire. L'alimentation des premières civilisations est principalement basée sur les grains des céréales : maïs pour les civilisations précolombiennes, riz pour les civilisations asiatiques et blé pour les civilisations du bassin méditerranéen et du proche orient (Ait Slimane-Ait Kaki, 2008). Les céréales sont également utilisées pour l'alimentation humaine et leur usage s'étend progressivement à l'alimentation animale et à des usages industriels (Belaid, 1986). Selon la FAO, moins de 40% de la production mondiale des céréales est destinée à l'alimentation humaine, environ 50% à l'alimentation animale et le reste à des usages industriels

Le maïs, le blé et le riz sont les trois principales céréales cultivées dans le monde. Le maïs, qui est la céréale la plus produite à l'échelle mondiale. Les blés ont une distribution mondiale et dont deux espèces sont particulièrement cultivées : le blé dur (*Triticum durum*) et le blé tendre (*Triticum aestivum*). Pour le riz, la moitié de la production mondiale de ce céréale est concentrée par la Chine et l'Inde (FAO, 2013).

I.1. Classification

Les céréales appartiennent à la grande famille des Poacées ou Graminées 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). les genres les plus importants de cette famille sont : le genre *Triticum*, le genre *Hordeum*, le genre *Avena*, le genre *zea* et le genre *Secale* (Tableau 1) (Rapilly et al., 1971 ; Feillet, 2000).

Tableau 1 : Les principaux genres de la famille des Graminées (Feillet, 2000).

Famille	Sous famille	Tribu	Sous tribu	Genre	Espèce
Gramineae	Festucoideae	Triticeae Aveneae	Triticineae	<i>Triticum</i>	Blé dur Blé tendre
				<i>Secale</i>	Seigle
				<i>Hordeum</i>	Orge
			<i>Avena</i>	Avoine	
			Oryzeae	<i>Oryza</i>	Riz
	Panicoideae	Tripsaceae	<i>Zea</i>	Mais	
		Andropogoneae	<i>Sorghum</i>	Sorgho	

I.2. Cycle de développement :

le cycle de vie des céréales est divisé en trois périodes (Moule, 1980 ;Gate, 1995) (Fig. 1) :

- période végétative : durant laquelle la plante ne différencie que les feuilles et les racines (de la germination à l'ébauche de l'épi). Elle comprend deux phases : la phase germination-levée et la phase levée-début tallage
- période reproductrice : dominée par l'apparition de l'épi et la formation des graines. Elle comporte trois phases principales : la phase de formation des ébauches d'épillets, la phase de spécialisation florale et la phase méiose-fécondation.
- période de maturation : qui s'étend de la fécondation à la maturation de la graine. Elle est caractérisée par l'élaboration des substances de réserve, la migration de l'albumen du grain et la formation de l'embryon

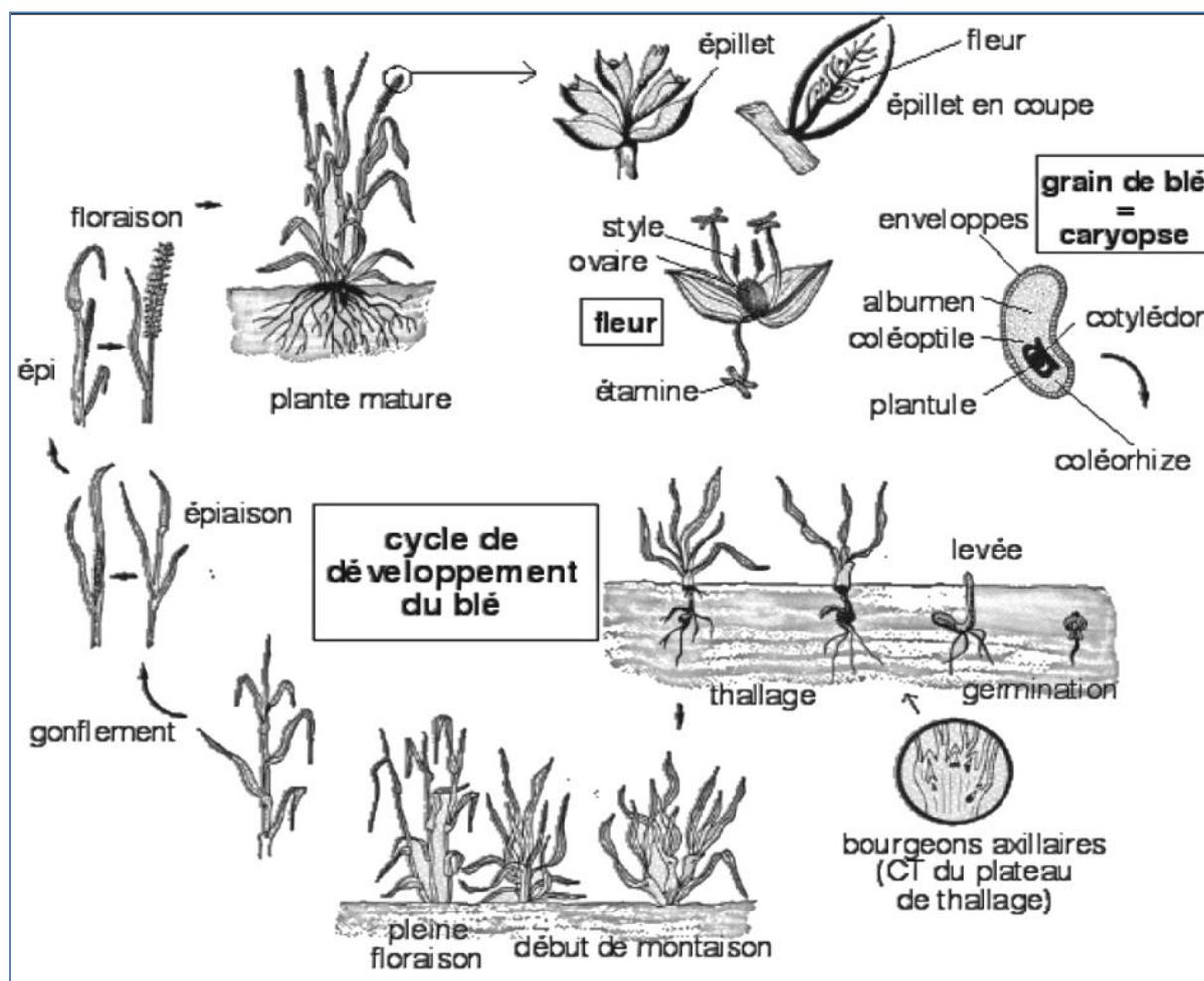


Figure 1 : Les stades de cycle végétal du blé (Gate, 1995)

I.3. Importance économique des céréales à l'échelle mondiale :

La superficie mondiale consacrée aux céréales se situe autour de 700 millions d'ha soit la moitié environ des superficies de terre consacrées aux cultures dans le monde (Fig.2) (FAO, 2019). Le blé avec 220 millions d'ha est la céréale la plus cultivée, le maïs et surtout le riz sont plus concentrés géographiquement en raison de leurs exigences climatiques.

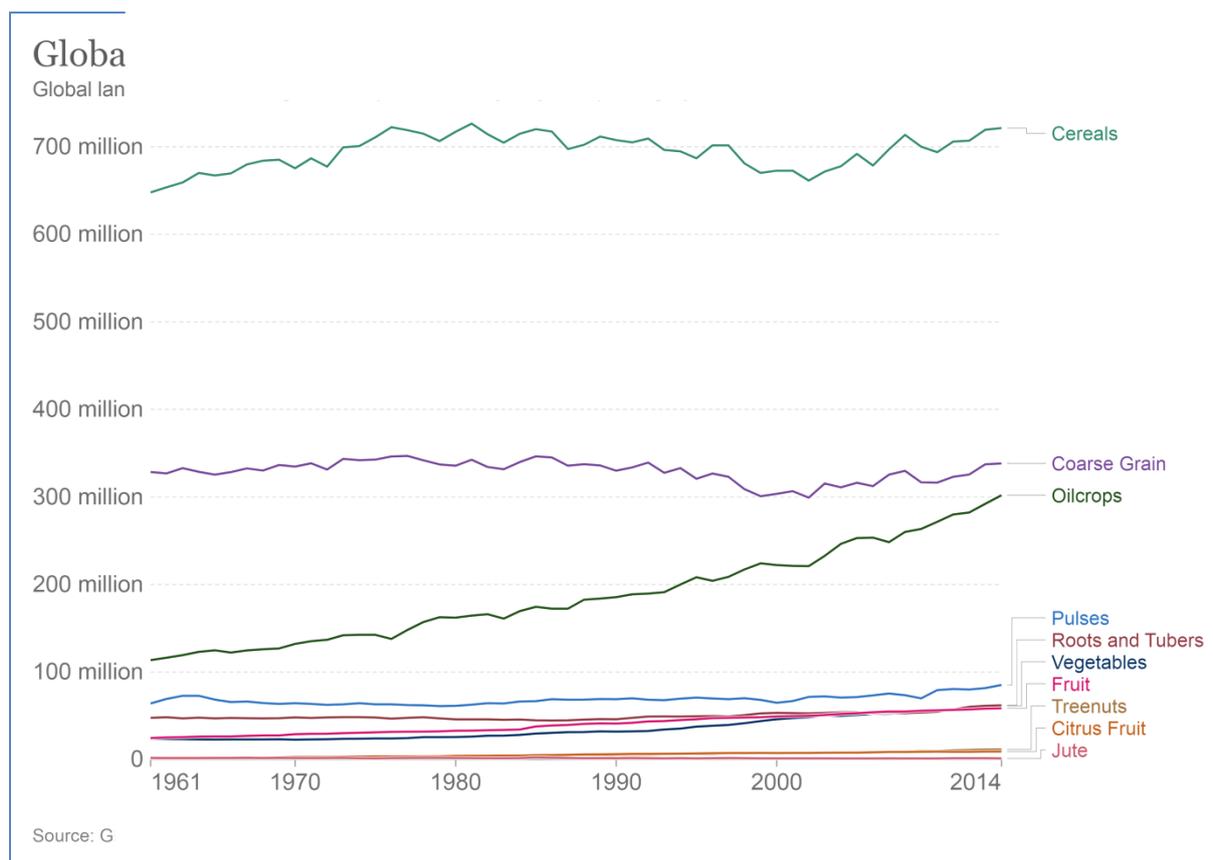


Figure 2 : Répartition des superficies globales selon les cultures (FAO, 2019)

I.4. Production mondiale des céréales :

Les dernières prévisions de la FAO concernant la production mondiale de céréales en 2022 ont été relevées de 8,3 millions de tonnes en Février et s'établissent à présent à 2 765 millions de tonnes, soit une hausse de 1.7 pour cent en glissement annuel (Fig.3). Pour ce qui est des céréales secondaires, la production mondiale pour 2022 est évaluée à 1 459 millions de tonnes, ce qui représente un léger fléchissement au regard des précédentes prévisions établies en Décembre et une baisse atteignant désormais 3,3 pour cent par rapport au niveau de 2021. La FAO estime qu'actuellement un peu moins de 40% de la production mondiale est destinée à l'alimentation humaine, environ 50% à l'alimentation animale, et le reste à des usages industriels. L'usage en alimentation humaine concerne principalement le blé (dur et tendre) le riz et le maïs, l'orge est surtout utilisé en brasserie (FAO., 2021).



Figure 3: Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales (FAO, 2021).

I.5. Importance économique des céréales en Algérie :

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009). La superficie agricole utile (SAU) s'étend sur une surface de l'ordre de 8,56 Millions d'ha, soit 19.5 % de la superficie agricole totale (SAT) (Fig. 4) (MADR, 2019) et elle se répartit comme suit :

- Cultures herbacées 4,68 millions d'ha soit 54,67 % de la S.A.U
- Terres au repos 2,85 millions d'ha soit 33,26 % de la S.A.U
- Plantations fruitières 910 322 ha soit 10,63 % de la S.A.U
- Vignobles 68 649 ha soit 0,80 % de la S.A.U
- Prairies naturelles 54 117 ha soit 0,63 % de la S.A.U

		Spéculations	Superficie (ha)	% (1)	% (2)	
Superficie Agricole Totale	Superficie Agricole Utile	TERRES LABOURABLES	Cultures herbacées	4 682 024	10,6	
			Terres au repos	2 848 556	6,5	
		CULTURES PERMANENTES	Plantations fruitières	910 322	2,1	
			Vignobles	68 649	0,2	
			Prairies naturelles	54 117	0,1	
	Total Superficie Agricole Utile			8 563 669	19,5	
	Pacages et parcours			32 752 530	74,5	
	Terres improductives des exploitations agricoles			2 652 454	6,0	
	Total des terres utilisées par l'agriculture(S.A.T)			43 968 653	100,0	18,5
	AUTRES TERRES	Terres alfatières			2 467 401	1,0
Terres forestières (bois, forêts, maquis...)			4 090 985	1,7		
Terres improductives non affectées à l'agriculture			187 647 061	78,8		
Total Superficie Territoriale			238 174 100	100,0		

Figure 4 : Superficie agricole utile en Algérie (MADR, 2019)

I.6. Production nationale des céréales :

Les céréales d'hiver occupent le tiers de la SAU. Le blé dur est la céréale la plus représentée devant l'orge et le blé tendre. La production varie fortement en fonction de la pluviométrie. La production moyenne sur les 4 campagnes agricoles allant de 2007/2008 à 2010/2011 a été de 36,3 millions de quintaux. À l'issue de la campagne 2017/2018, la production nationale céréalière a atteint 60,5 millions de quintaux. Dans le détail, la production céréalière d'hiver est répartie entre le blé dur avec 31,8 millions de quintaux, l'orge avec 19,6 millions de quintaux, le blé tendre avec 8 millions de quintaux et l'avoine qui a atteint 1,18 millions de quintaux. Pour la campagne agricole 2018/2019, La superficie récoltée des céréales était de l'ordre de 3,18 millions et la production est estimée à 56,26 millions de quintaux (Fig. 5) (Berrah, 2019).. Les besoins sont loin d'être couverts en matière de blé tendre, même en année favorable, ce qui entraîne des importations coûteuses en devises pour le pays (Khaldi, 2014).

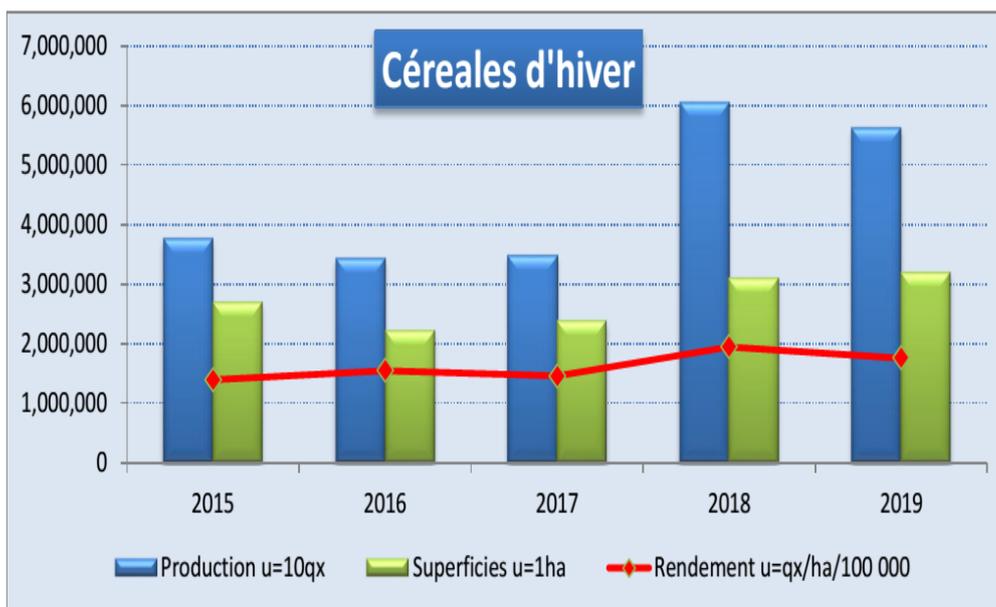


Figure 5 : Production des céréales en Algérie (Berrah, 2019)

I.7. Situation de la céréaliculture dans la région de Chlef :

La wilaya de Chlef occupe une superficie globale de 4 791 km². Elle est caractérisée par une vocation agricole du fait qu'elle est située sur la plaine du moyen Cheliff. La surface agricole totale est de 65,43 % de la superficie totale de la wilaya (STW) dont la surface agricole utile (SAU) est de l'ordre de 203.230 ha chaque année soit de 77 % de la superficie des terres agricoles. Par ailleurs celle réservée aux céréales est de l'ordre de 93884 ha répartie comme suit : blé dur : 68847 ha, orge : 16973 ha, blé tendre : 5639 ha, et avoine : 2425 ha (Tab. 2) (Berrah, 2019).

Tableau 2: La production céréalière dans la wilaya de Chlef durant la campagne 2018/2019. (Berrah, 2019)

Culture	2018-2019		
	Superficie (ha)	production (qx)	Rndt (qx/ha)
Blé dur	68847	1687875	25
Blé tendre	5639	129617	23
Orge	16973	303624	18
Avoine	2425	16180	15

I.8. Contraintes de la céréaliculture en Algérie :

Les grandes cultures sont essentiellement conduites sous régime pluvial, notamment les céréales occupant principalement la zone semi-aride. En fait, le climat de l'Algérie se caractérise par l'insuffisance des précipitations et leur irrégularité dans l'espace et dans le temps et aussi par des pluies torrentielles ou des averses de forte intensité qui sont très fréquentes en automne au moment où la couverture végétale est faible (Feliachi, 2000).

Les principales contraintes au développement des céréales sont :

I.8.1. Les contraintes du milieu :

Adversité climatique fréquente (pluviométrie irrégulière, gelées, grêles, sirocco,...). Et s'ajoute à cela la menace probable du changement climatique qui pourrait désormais engendrer plusieurs impacts sur les ressources naturelles et sur les niveaux des productions quantitativement et qualitativement. Le changement climatique induira indubitablement des modifications des cycles d'eau, une dégradation des qualités des terres agricoles, une baisse de fertilité des sols, une érosion de la biodiversité entre autres. Les températures élevées entraînées par le réchauffement, diminueront vraisemblablement les rendements des cultures utiles. La modification des régimes de précipitations augmentera les probabilités de mauvaises récoltes à court terme et les baisses des niveaux des productions à long terme (Chabane et Boussard, 2012). C'est ainsi que le changement climatique devient une réelle menace pour la sécurité alimentaire au niveau mondial (Nelson et *al.*, 2009).

I.8.2. Les contraintes techniques :

Selon Rachidi en (2003), L'adaptation d'un itinéraire technique adéquat permet l'obtention d'un rendement appréciable cependant, dans la pratique en constate :

- Un travail du sol sommaire
- Une utilisation de la semence de mauvaise qualité,
- Un très faible taux d'utilisation des engrais
- Une mauvaise application des techniques culturales
- Un semis en dehors des délais des techniques recommandées
- Une utilisation abusive des outils à disque au détriment des charrues à socs
- L'absence de lutte contre les mauvaises herbes

- Les sols céréaliers sont pauvres, 60% des superficies sont situées dans des terres peu productives. Les efforts d'intensification deviennent très difficiles à cause de morcellement des terres
- Le bas niveau de technicité des exploitants agricoles.

I.8.3. Les agents biotiques

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. Parmi les agents biotiques les plus importants qui causant des dégâts sur céréales on a :

I.8.3.1. Les bioagresseurs

Les bioagresseurs des céréales sont généralement des insectes qui sont fort nombreux et appartiennent à divers ordres entomologiques. De nombreuses espèces d'insectes peuvent attaquer les céréales et causées une diminution de la production parmi ceux-ci les Homoptères (punaises des céréales, pucerons), les Orthoptères (sauterelles et sauteriaux), les Lépidoptères (mineuses, tordeuses) (Hogenhout et *al.*, 2008). De nématodes phytoparasites dont *Anguina tritici*, *Heterodera avenae* et *Meloidogyne naasi* (Rivol, 1975) (Coyne et *al.*, 2010). Des oiseaux granivores dont les dégâts causés sur champs sont parfois très graves (Duval, 1993). Enfin, des rongeurs agrestes qui attaquent les plantes en plein champs et des rongeurs anthropophiles qui endommagent les denrées stockées dont la principale espèce nuisible aux céréales est la merione de shaw (*Meriones shawi*) (Adamou-Djerbaoui et *al.*, 2010).

I.8.3.2. Les maladies

La plupart des maladies des plantes (environ 85%) sont causées par les champignons. Cependant, d'autres maladies graves des cultures vivrières et fourragères sont dues à des organismes bactériens et viraux. Ces maladies provoquent sur leurs hôtes des symptômes qui peuvent inclure un changement détectable de couleur, de forme ou de fonction de la plante lorsqu'elle réagit à l'agent pathogène (Isleib, 2012). En général, la majorité des plantes sont susceptibles d'être affectées par plusieurs bioagresseurs qui interagissent de façon spécifique avec leur hôte et les autres bioagresseurs. Les facteurs de l'environnement influencent ces interactions ce qui affecte la synchronisation des attaques et l'utilisation des ressources par les bioagresseurs (Bourgeois, 2009). Comme toutes les cultures, les céréales sont sujettes à plusieurs maladies : fongiques dont les principales sont les rouilles, les charbons, les caries,

l'oïdium, les septorioses, les fusarioses, les piétins et les helminthosporioses (Fig.6) (Fig.7) (Rappily et *al.*, 1971 ; Sayoud et *al.*, 1999 ; Ballois, 2012 ; Masson, 2012) , bactériennes comme les maladies à *Pseudomonas*, les maladies à *Xanthomonas* (Fig.8) et les maladies à *Clavibacter* (Zillinsky, 1983) et virales. Ces dernières sont de deux types : viroses à jaunissement causées par deux virus de la famille des Luteoviridae à savoir le virus de la jaunisse nanisante de l'orge (*BYDV*) et le virus de la jaunisse nanisante des céréales (*CYDV*) (Wegulo et Hein, 2013) et viroses à mosaïques représentées par la mosaïque striée en fuseau du blé (Carroll et *al.*, 1997), la mosaïque striée de blé (Shukla et *al.*, 1994) et la mosaïque striée de l'orge (Jackson et Lane, 1981)



Figure 6 : Symptômes de l'oïdium sur céréales (Sayoud et *al.*, 1999) (Masson, 2012)



Figure 7 : Symptômes de la rouille sur céréales (Sayoud et *al.*, 1999) (Masson, 2012)



Figure 8 : Symptômes de stries foliaires bactériennes sur feuilles et épi dus au *Xanthomonas translucens* pv. *translucens* (Kaur et al., 2002)

CHAPITRE II : LES VIROSES

Les céréales sont sujettes aux viroses depuis fort longtemps mais l'incidence économique de ces maladies a pris de l'importance ces dernières années.

Ces agents pathogènes possèdent plusieurs moyens de transmission : il y'a ceux qui sont transmis par vecteurs (pucerons, cicadelle, champignons et acariens) dont le plus important est le *BYDV* qui est transmis par les aphides et ceux qui sont transmis par graine est c'est le cas de *BSMV* (Cornuet, 1987). Les principaux virus décrits sur céréales sont présentés dans le tableau 3.

II.1. Viroses à mosaïques

Les viroses qui provoquent des mosaïques sur céréales induisent des symptômes caractérisés par la formation de stries. Elles sont représentées par la mosaïque striée en fuseau du blé, la mosaïque striée de blé et la mosaïque striée de l'orge.

II.1.1. La mosaïque striée en fuseau du blé (*WSSMV*) :

La mosaïque striée en fuseau du blé est une maladie virale qui est répandue en Amérique du Nord où les pertes de rendement sont de l'ordre de 22% chez les variétés sensibles. L'agent causal est le *WSSMV* (Carroll et al., 1997).

II.1.1.1. Gamme d'hôtes et symptomatologie :

Le virus de la mosaïque striée en fuseau (*WSSMV*) infecte seulement le blé, mais en Allemagne il a été trouvé sur seigle et orge. Le virus attaque les 2 blés d'hiver et de printemps (Weise, 1988). Les symptômes se présentent essentiellement sur feuilles sous forme de rayures fusiformes chlorotiques à nécrotiques qui peuvent se transformer en stries sévères et en mosaïque au fur et à mesure que la maladie se développe (Fig.9) (Slykhuis et al., 1976 ; Bays et al., 1985).

C'est un virus à manifestation hivernale dont les symptômes sont produits seulement durant les périodes à température basse, comprise entre 8 et 22 C°, et dont le développement cesse avec l'augmentation de la température au dessus de 18 C° (Slykhuis, 1972). Sur les jeunes feuilles, les symptômes apparaissent souvent sous la forme de stries vert clair à vert foncé (Smith 2005; Vrandečić et al., 2015). Sur les feuilles les plus âgées se forment des lésions en forme de fuseau et des stries chlorotiques à nécrotiques (Smith 2005). Au niveau cellulaire, le *WSSMV* se trouve dans le cytoplasme au niveau des feuilles et des racines, où il

induit la formation d'inclusions cytoplasmiques, particulièrement au niveau du mésophile et du parenchyme vasculaire (Brunt et *al.*, 1997).

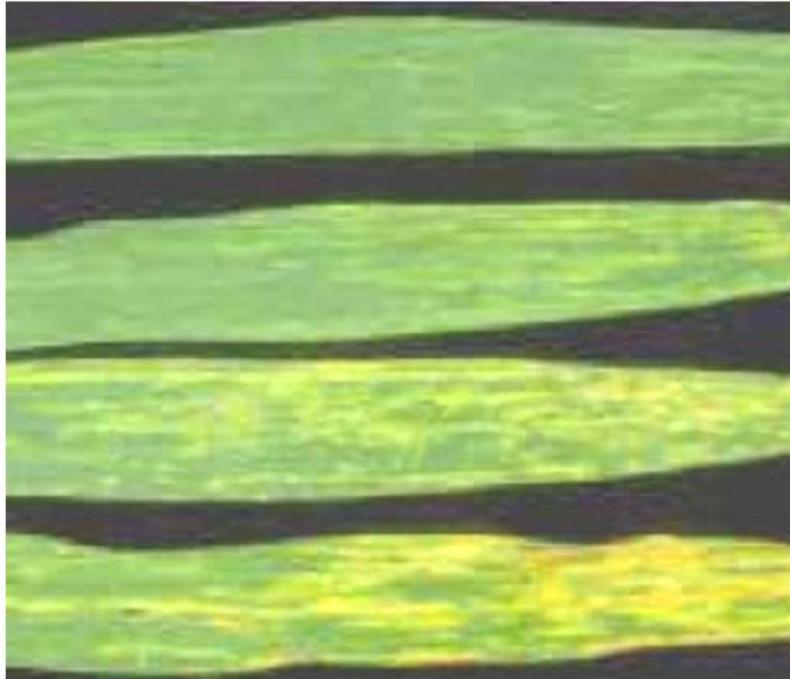


Figure 9 : Symptômes de stries vert-clair à jaune dus au WSSMV (Smith, 2005)

II.1.1.2. Description :

Le WSSMV est un virus à ARN simple brin, sens positif, bipartite. Il appartient à la famille des Potyviridae, genre *Bymovirus* (Fierd et Orden, 1995). Les particules virales se présentent sous forme de filaments flexueux de 200 à 300 nm de longueur et de 15 à 18 nm de diamètre (Brakke, 1977) (Bays et *al.* ; 1985).

II.1.1.3. Transmission :

Le WSSMV est transmis par un parasite obligatoire appartenant à l'ordre des Plasmodiophorales qui est le champignon : *Polymyxa graminis*. Le champignon peut survivre pendant des années dans le sol (Bays et *al.*, 1985 ; Cornuet, 1987), où la transmission la plus efficace est accomplie à des températures allant de 5 à 13 C° (Smith, 1972). La transmission mécanique du WSSMV est difficile (Miler et *al.*, 1992) Tandis qu'elle n'est possible ni par semence ou par pollen, ni par contact entre les plantes (Brunt et *al.*, 1997).

II.1.2. La mosaïque striée du blé :

La mosaïque striée du blé est une maladie dont l'effet est important sur blé. L'agent causal (*WSMV*) a été trouvé pour la première fois en 1937 par Mckenney aux Etats Unis (Shukla et *al.*, 1994), puis dans plusieurs pays européens et en Jordanie (Katri, 1973). Aux Etats Unis, en 1976, le virus a causé une réduction moyenne de rendement sur blé estimée à 2,6% (Christian et Willis, 1993).

II.1.2.1. Gamme d'hôtes et symptomatologie :

La gamme d'hôtes du virus de la mosaïque striée de blé (*WSMV*) est limitée à des espèces de graminées (Makkouk et Kumari, 1997). Le virus infecte la plupart des variétés de blé, d'avoine, d'orge, de seigle et certaines variétés de maïs et de millet (Brakke, 1971).

Les symptômes induits par la maladie varient selon les cultivars, les souches du virus, le temps d'infection et les conditions environnementales (Weise, 1988). Ils apparaissent sur blé d'hiver généralement au printemps et deviennent plus sévères avec l'augmentation des températures (Hynger et *al.*, 1992). Les symptômes sont sous forme de stries vert clair à jaune, parallèles et discontinues sur feuilles, suivies par un rabougrissement de plantes infectées (Fig. 10) (Brunt et *al.*, 1997 ; Lommel et *al.*, 1986). Le virus se trouve au niveau du cytoplasme des cellules des plantes infectées (Brunt et *al.*, 1997).



Figure 10: Symptômes de stries vert clair et jaunes dus au *WSMV* (Brunt et *al.* , 1997)

II.1.2.2. Description :

Le WSMV appartient à la famille des Potyviridae, genre *Trimovirus* (Brunt et al.; 1997). C'est un virus à ARN+ simple brin, sens positif et monopartite (Cornuet, 1987 ; Brunt et al., 1997). Le microscope électronique à révélé que les particules du WSMV se présentent sous forme de filaments flexibles mesurant 700 nm de longueur et 15 nm de diamètre (Brunt et al.,1997).

II.1.2.3. Transmission :

Le WSMV est transmis par un acarien : *Aceria tulipae* (Siefers et al., 1995) à n'importe quel stade de son cycle biologique (Smith, 1972). Ce vecteur transmet le virus en se nourrissant sur les plantes hôtes déjà infectées (Hynger et al., 1992). De plus le virus est transmis par inoculation mécanique et à un niveau moins important par semence. Le virus ne se transmet pas par contact de feuilles (Brunt et al., 1997).

Tableau 3 : Principaux virus décrits sur céréales (Cornuet, 1987)

Maladie	Nom du virus	Plantes hôtes	Réservoir du virus	Vecteurs
Mosaïque nanisante ou jaunisse nanisante de l'orge	<i>BYDV</i>	Orge, blé, avoine, seigle, maïs	Graminées fourragères, et sauvages, resemis des céréales	<i>Rhopalosiphum.padi</i> , <i>Sitobion .avenae</i> , <i>Metopolophium.dirhodum</i>
Mosaïque jaune de l'orge	<i>BYMV</i>	Orge	<i>Polymyxa graminis</i>	<i>Polymyxa graminis</i>
Mosaïque jaune du blé	<i>WYMV</i>	Blé		
Mosaïque de l'avoine	<i>OMV</i>	Avoine		
Mosaïque (commune) du blé	<i>WSBMV</i>	Blé		
Stries de l'avoine	<i>OBBSV</i>	Avoine		
Mosaïque nanisante du maïs	<i>MDMV</i>	Maïs	Sorgho (D'Alep)	<i>Rhopalosiphum padi</i> , <i>Rhopalosiphum.maidis</i>
Mosaïque striée du blé	<i>WSMV</i>	Blé	Resemis des céréales	<i>Eryophiès tulipae</i>
Stries chlorotique du blé	<i>WCSV</i>	Blé	Blé, agropyrum	<i>Laodelphax striatellus</i>
Nanisme rugueux de maïs	<i>MRDV</i>	Maïs	Digitaire, echinocloa	
Mosaïque jaune striée de l'orge	<i>BYSMV</i>	Orge, blé	Resemis des céréales	
Mosaïque du maïs	<i>MMV</i>	Maïs	Digitaire,cynodondactylon	<i>Pérégrinus maidis</i>
Marbrure chlorotique des céréales	<i>CCMV</i>	Céréales	Avoines	<i>Cicadulina bipunetella</i>
Mosaïque striée de l'orge	<i>BSMV</i>	Orge, blé	Graine	Pollen ,ovule

CHAPITRE III : LA MOSAÏQUE STRIÉE DE L'ORGE

III.1. Répartition géographique :

La mosaïque striée de l'orge a été décrite pour la première fois en Amérique du Nord (Jackson et Lane, 1981) et le Japon (Inoye, 1962). Actuellement la virose à une large distribution et elle est présente dans plusieurs pays du monde incluant la Jordanie, le Liban et la Syrie (Makkouk et Jarikji, 1983), les pays européens, la Chine, la Corée et l'Australie (Weise, 1988), l'Algérie (Boubetra et Mohamedi, 1998 ; Medjahed, 2006), la Tunisie (Nedjar et *al.*, 2000) le Chili (Guido-Herrera et *al.*, 2001) et la Turquie (Koklu, 2004).

III.2. Plante hôte :

Dans la nature, les hôtes de l'agent causal de la maladie : le *BSMV* (Barley Stripe mosaic Virus ; le virus de la mosaïque strie de l'orge) sont: L'orge (*Hordeum vulgare*) qui est l'hôte principal du virus et dont les symptômes sont plus caractéristiques (Slark et Shepherd, 1975 ; Novicov et Atarabicov, 1970), le blé (*Triticum durum* et *Triticum aestivum*) qui est également infecté (Horgborg, 1954) et l'avoine (*Avena fatua*) (Van Regenmortel et Freankel-Cornat, 1986). Le *BSMV* est transmis mécaniquement à des membres de la famille des Poaceae dont le maïs le riz le sorgho et le millet (Jackson et Lane 1981). Sous des conditions expérimentales de nombreuses monocotylédones et dicotylédones peuvent être infectées par inoculation artificielle (Bragg et *al.*, 2008 ; Jackson et *al.*, 2009).

III.3. Symptomatologie :

III.3.1. Symptômes macroscopiques :

Les symptômes induits par le *BSMV* varient selon les souches du virus, la période d'infection, la plante hôte et aussi l'environnement (Yu et *al.*, 1980; Jackson et Lane, 1981). Les symptômes sont masqués à des températures inférieures à 18 C° (Carroll, 1980). Chez le blé, les symptômes sont moins fréquents. Ils vont de la mosaïque modérée en stries à des nécroses létales (Jackson et Lane, 1981). Mais chez l'orge, les symptômes sont très marqués, ils sont de type mosaïque, punctiforme, linéaire, blanchâtre suivie par des nécroses en stries. Ces stries sont développées par la suite tout le long des feuilles jusqu'aux sommets (Carroll, 1980) (Horabi, 1982) Les plantes malades apparaissent naines et l'infection par le virus induit la stérilité des épis due à l'avortement des fleurs (Fig.11). Les graines des plantes infectées par le *BSMV* sont petites et ratatinées (Singh et *al.*, 2020). Chez les plantes malades, le

nombre d'épis, Le nombre de grains par épi, et le poids de ces grains sont plus petits (Platz et Persley, 2009).

La plupart des hôtes expérimentales inoculées mécaniquement par le *BSMV* développent des symptômes de lésions jaunes et nécrotiques locales et des mosaïques systémiques (Van Regenmortel et Freankel-Cornat, 1981).



Figure 11 : Symptômes causés par le *BSMV* (Carroll, 1980) (Horabi, 1982)

A et B-Symptômes de mosaïques en stries sur feuilles d'orge, **C**- Stérilité des épis d'un plant d'orge due au *BSMV*

III.3.2. Symptômes microscopiques :

Les études faites par le microscope optique et électronique ont montré que l'infection des hôtes par le *BSMV* induit des altérations pathologiques des cellules, qui se traduisent par l'apparition à l'intérieur de celles-ci des particules virales filamenteuses et des composants structuraux anormaux. Ces altérations sont fréquemment élevées dans le cytoplasme et la paroi cellulaire (Gold et *al.*, 1954 ; Slark et Shepherd, 1975).

Dans le cytoplasme, les particules virales s'observent soit groupées, soit individuelles propagées autour des ribosomes, à la surface des chloroplastes (Carroll, 1970), et autour du noyau. La présence de ces particules provoque la réduction du nombre des ribosomes dans quelques cellules (Shalla, 1966) et des dégénérescences membranaires. Des légères inclusions globulaires et des déformations de chloroplastes étaient caractéristiques des souches virulentes (Garder, 1969). Tandis que le réarrangement des thylakoïdes et l'apparition d'un stroma plasmidial transparent est observé chez les souches modérées. De plus, les invaginations de la membrane plasmique et l'apparition d'un grand nombre de particules virales au niveau des vacuoles et des mitochondries allongées ont été également observé chez les deux types de souches (Nowak et *al.*, 2015).

III.4. Classification

Le *BSMV* appartient au genre *Hordeivirus* de la famille des *Virgaviridae* (Jackson et *al.*, 2009). Le genre *Hordeivirus* comprend trois virus: le virus de la mosaïque striée de l'orge (*BSMV*), le *Poa semilatent virus (PSLV)* qui attaquent les membres de la famille des graminées et le virus des tâches annulaires de *Lychnis (LRSV)* qui infecte plusieurs familles de Dicotylédones (Weise, 1988). Les trois virus sont transmis par inoculation mécanique, le *BSMV* et le *LRSV* sont également transmis par semence et par pollen (Tab.4) (Gibbs et *al.*, 1963 ; Mc Kinney et Greeley, 1965 ; Smith, 1972).

Tableau 4 : Caractéristiques des *Hordeïvirus*

Virus	Symptômes	Transmission
<i>PLSV</i>	Flétrissement, Mosaïques Chlorotiques	Par contact
<i>LRSV</i>	Taches nécrotiques, Anneaux nécrotiques	Mécanique Semence Pollen
<i>BSMV</i>	Mosaïques Striées, Nanisme, Stérilité	Mécanique Contact Semence Pollen Cicadelle

III.5. Propriétés physicochimiques

Les particules du *BSMV* ont une largeur d'environ 20 nm et une longueur qui varie en fonction de la taille de l'ARN encapsidé (Clare et al., 2015) (Fig.12) C'est un virus à ARN simple brin. Le génome est tripartite, il est composé d'ARN α , β et γ (Fig.13)(Hu et al.,2019). La réplication virale dépend strictement de la présence des ARN α et γ , tandis que l'ARN β est nécessaire pour l'induction des lésions locales systémiques sur les hôtes expérimentales (Petty et al., 1990 ; Petty et al., 1994 ; ; Zhou et Jackson, 1996 ; Jiang et al., 2021)..

Des études récentes ont montrés les rôles polyvalents de la protéine γb dans la pathogenèse virale et les interactions moléculaires entre le virus et l'hôte. La protéine γb du *BSMV* interagit avec la réplicase virale αa pour favoriser la réplication du virus (Zhang et al., 2017). et interagit avec la protéine de mouvement TGB1 pour améliorer le mouvement viral de cellule à cellule (Jiang et al., 2020).

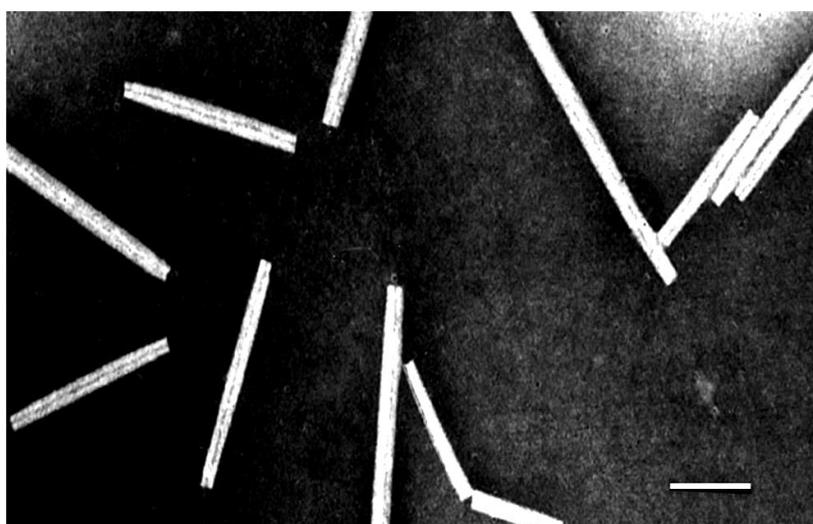


Figure 12 : Les particules filamenteuses des *Hordeïvirus*(Clare et al., 2015)

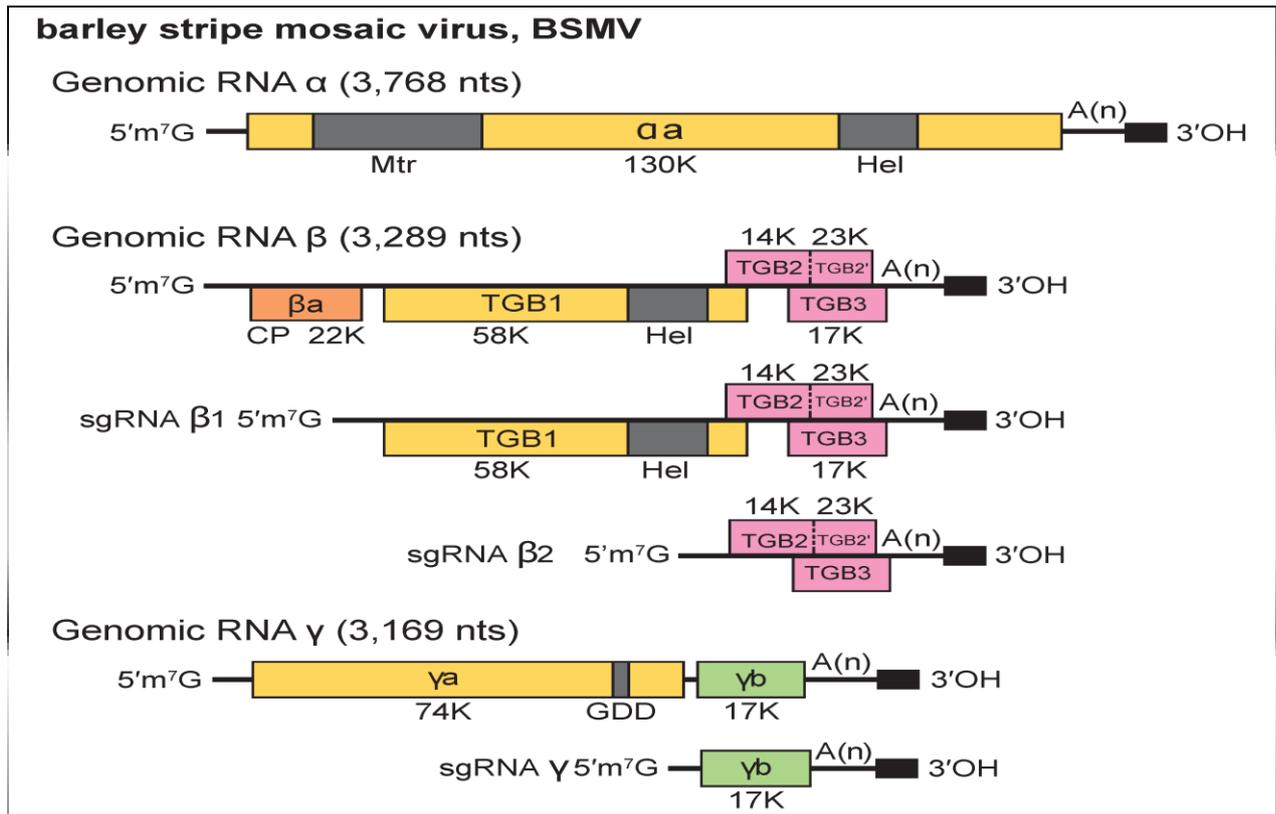


Figure 13 : Organisation du génome du *BSMV* (Hu *et al.*, 2019)

Le α - ARN possède un ORF qui code pour la répliquase, le β - ARN code pour la protéine de la capsid et les protéines de mouvement (TGB1, TGB2, TGB3). le γ -ARN possède 2 ORFs qui codent pour la polymérase et le régulateur de la transcription des gènes du β - ARN

III.6. Diversité de *BSMV*

Les souches de *BSMV* se distinguent par les types de symptômes induits et le degré de sévérité de ces symptômes sur les plantes hôtes (Jackson *et al.*, 1989.) Les souches de *BSMV* sont : la souche Latente, la souche Mild, la souche Moderate, la souche sévère la souche Yellow leaf , la souche White leaf, la souche Dwarf et la souche Necrotic. Les infections naturelles les plus connues sont celles causées par les deux souches Mild et Moderate (Atrabacov et Novicov, 1971).

Selon le nombre d'acides nucléiques, les souches du *BSMV* décrites sont : les souches bipartites, type Campana, type Russe et les souches canadiennes C2 et C3, les souches tripartites, type Norwich (ND18), Norwich NW, C1 et C4 et les souches quadripartites, type Argentina Mild (AM) et ND161 (Novicov et Novicov, 1971 ; Dolja *et al.*, 1983 ; Francki *et al.*, 1985).

III.7. Transmission

L'infection d'un végétal par un phytovirus exige que ce dernier soit introduit dans une cellule vivante de l'hôte, par l'intermédiaire d'une blessure ou par contact direct entre protoplasme infecté et protoplasme sain. La transmission du *BSMV* est assurée en grande partie par la semence (Yu et *al.*, 1980). Ce virus est transmis par la graine des jeunes plantules d'orge à 90% (Mckinney, 1953), ou même à 100% (Gold et *al.*, 1954). L'inoculum est maintenu dans les graines infectées pendant plusieurs années (Jackson et Lane, 1981 ; Brunt et *al.*, 1997)

La transmission de virus par graine, est un phénomène complexe qui implique une interaction intime de virus et de la plante. La plupart des phytovirus transmis par la semence infecte l'embryon, à l'exception de quelques membres de genre *Tobamovirus* (Tab 5) (Carroll, 1979 b) (Hull, 2002)

L'infection de l'embryon par le virus est le facteur le plus important de la transmission. La transmission par la graine dépend de la capacité du virus d'infecter et de l'infection de l'ovule (Robert et *al.*, 2003). La fréquence de la transmission varie avec la combinaison virus- plante et le stade de croissance de la plante mère infectée. La transmission par la semence se fait soit par invasion directe de l'embryon via l'ovule ou par invasion indirecte de l'embryon, par l'intermédiaire des gamètes infectés (Fig.14) (Mandahar, 1981). Pour le *BSMV*, les deux processus fonctionnent simultanément et le taux de transmission varie avec le cultivar de la plante, les souches du virus, la température et le stade de développement de la plante (Maude, 1996 ; Albrechtsen, 2006).

Généralement, les plantes d'orge qui extériorisent peu ou pas de symptômes après inoculation mécanique par le *BSMV* ont un pourcentage de transmission très bas (<10%), au contraire celles qui montrent des symptômes sévères après l'inoculation ont un taux de transmission entre 11% et 90% (Siefers et *al.*, 1995). L'infection des plantes mères après la floraison provoque des transmissions via la graine (Carroll, 1976 ; Carroll, 1981 ; Yu et *al.*, 1980).

Le virus peut également se propager par pollen (Carroll, 1974), par contact des feuilles de plantes avoisinantes infectées vers des plantes saines (Jackson et Lane, 1981), et par la cicadelle : *laodelphax striatellus* (Meyer, 1989).

(La transmission verticale du *BSMV* est assurée grâce aux mouvements des semences contaminées. Ces semences ne sont pas seulement un moyen de transmission de virus vers de

nouveaux endroits mais aussi représentent une source importante d'inoculum primaire (Sastry, 2013).elles assurent également la conservation de l'inoculum d'une année à une autre et d'une culture à l'autre (Bennett, 1969 ; Simmons et Munkvold , 2014).Et enfin elles permettent la dissémination du virus à longue distance (Albrechtsen, 2006 ; Pagán 2019).

Dans le champ, la transmission horizontale du *BSMV* des plantes infectées vers des plantes saines est le résultat d'un contact mécanique entre les feuilles des plantes voisines. Le pourcentage de dissémination dépend des souches du virus, du génotype de l'hôte et des facteurs environnementaux qui sont : la lumière, la température, le vent et les pluies qui assurent le contact entre les plantes malades et les plantes saines (Timian, 1971).

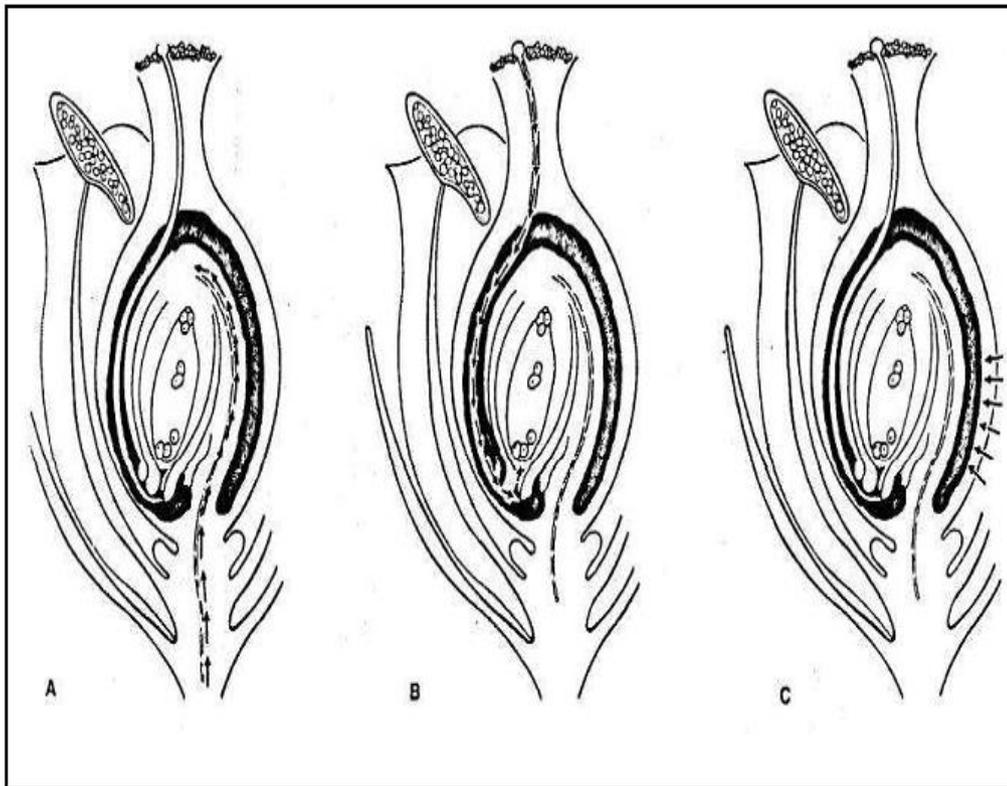


Figure 14 : Modes de transmission des phytovirus via la graine (Maude, 1996)

A-invasion directe à travers les tissus du xylème de la plante mère, B- Invasion indirecte de l'embryon par le pollen infecté, C- Pénétration indirecte par les tissus de la paroi de l'ovaire

III.8. Epidémie de la maladie

L'épidémiologie décrit le développement d'une maladie au sein d'une population de plantes hôtes saines en fonction du temps et de l'espace (Semal, 1989). Une épidémie englobe la série d'évènements qui se succèdent dans une population envahie par un agent pathogène, l'apport d'inoculum, le contact entre l'agent et la plante hôte, la pénétration, l'infection, la constitution d'un nouvel inoculum et sa dispersion. Le déroulement des épidémies dépend d'interactions complexes entre les trois partenaires : l'agent pathogène, le vecteur et l'hôte cultivé, soumis à un environnement physique et climatique donné (Albouy et Devegne, 1998).

L'intensité d'une maladie est généralement évaluée en quantifiant le nombre de plantes infectées. La connaissance des paramètres entrant en jeu dans l'extension des maladies doit permettre d'élaborer des systèmes prévisionnels permettant de conduire une lutte efficace. En virologie, l'analyse des processus épidémiologique est alors un élément important pour la conception et le choix de moyens de lutte contre les virus (Albouy et Devegne, 1998).

Le degré de propagation du virus dépend de la quantité de virus initialement présente dans les semences, de la quantité des graines semées, de la sensibilité de la variété et du potentiel de propagation par des moyens mécaniques (Platz et Persley, 2009).

L'étude du développement des épidémies naturelles est très importante pour mieux comprendre la biologie des virus et pour définir des stratégies de lutte efficaces. L'ensemble des informations recueillies est utilisé pour déterminer la date et la vitesse à laquelle les viroses apparaissent, pour comprendre leurs modes de dissémination ou pour juger de l'efficacité d'une méthode de lutte (Costa, 2003).

III.9. Méthodes de détection

III.9.1. Détection biologique

La symptomatologie est à l'origine de la description des maladies virales. La réalisation d'un test biologique nécessite la collection des échantillons. Parfois, les symptômes sont spécifiques et permettent d'identifier correctement l'agent causal. Le plus souvent, les situations sont complexes, les symptômes causés sont similaires à ceux causés par d'autres agents biotiques et abiotiques, tandis qu'inversement, un même agent peut produire des symptômes variables (Semal, 1989).

Chez les plantes, Les symptômes sont externes et internes. Les symptômes externes varient de légers à sévères mais les plantes malades montreront presque toujours une vitalité et une croissance réduite dans les parties aériennes et dans les racines. Très souvent une variation de couleur se produit sous la forme de mosaïques, marbrures, chloroses, nécroses...ect. Pour les grains et en dehors de la réduction de taille, la plupart des graines portant des infections virales semblent normales sauf dans certains cas de quelques virus qui peuvent induire des symptômes caractéristiques sur les semences de certains hôtes. Cependant, ces symptômes ne sont pas corrélés avec la présence du virus mais reflètent des dommages à la plante mère et sont donc uniquement des indicateurs de la transmission potentielle du virus dans les graines (Alberchtsen, 2006).

Les méthodes biologiques sont très importantes dans la détection et le diagnostic des phytovirus. Ces méthodes sont les seul moyens de propager ces pathogènes. De ce fait l'inoculation d'hôtes différentiels est un outil essentiel pour l'identification des virus.

Une large gamme d'espèces indicatrices de plantes herbacées et de cultivars a été identifiée à des fins de diagnostic des virus, en particulier dans les genres *Chenopodium* et *Nicotiana*. Les hôtes indicateurs peuvent réagir soit avec des symptômes locaux seulement ou avec des symptômes d'infection systémique ou parfois les deux, selon le virus et l'hôte indicateur (Phatak, 1974).

Les tests biologiques donnent des informations importantes sur la présence d'infection virale transmissible de la semence à la plante. Et puisque le nombre de virus potentiellement transmis par semence est limité la détection de ces pathogènes par les méthodes biologiques est très simple et efficace. La détection biologique des phytovirus dans la semence est faite par deux méthodes : Le test de croissance qui consiste à reproduire les symptômes à partir des semences malades et le test direct qui a pour but l'inoculation de l'extraits des semences contaminées à des plantes indicatrices (Carroll, 1979a ; Alberchtsen, 2006)

III.9.2. Détection sérologique

La sérologie est parmi les méthodes modernes qui facilité le diagnostic de phytovirus. Le principe de cette méthode est axée sur l'utilisation d'anticorps sondes qui reconnaissent spécifiquement le virus cible occasionnant une réaction de précipitation visible directement ou à l'aide de marqueurs (Lister *et al.*, 1981)

La détection du *BSMV* était réalisée par plusieurs tests sérologiques (Gorshkova *et al.*, 2003) qui sont : la méthode de double diffusion (Carroll, 1979b), la méthode de simple diffusion (Negkuk *et al.*, 1974), l'immunomicroscopie électronique (Brlansky *et Derrick*, 1979) et le test ELISA qui est souvent utilisé pour la détection des maladies virales chez les plantes (Lister *et al.*, 1981). Le test ELISA est une technique simple et rapide est précise (Craig *et al.*, 2004). Elle est également utilisée dans les programmes de certification, d'éradication, de taxonomie et lors des études épidémiologiques. La détection sérologique du *BSMV* dans les graines a été décrite par Lister *et collaborateurs* en 1981.

Le test ELISA décrit pour la détection des virus de plantes, a révolutionné le diagnostic en virologie végétal. Il permet de s'affranchir des incertitudes liées à l'étude des symptômes et d'affirmer qu'une plante est effectivement infectée par le virus (Clark *et Adam*, 1977). Le principe de ce test est la reconnaissance hautement spécifique entre antigène-anticorps et fait intervenir le couplage des anticorps avec une enzyme (Devergne, 1990) (Fig. 15). Cette technique est très sensible et permet de détecter entre 1 à 10 ng de virus par ml de broyat, selon le virus considéré (Berling *et al.*, 1991 ; (Astier *et al.*, 2001).

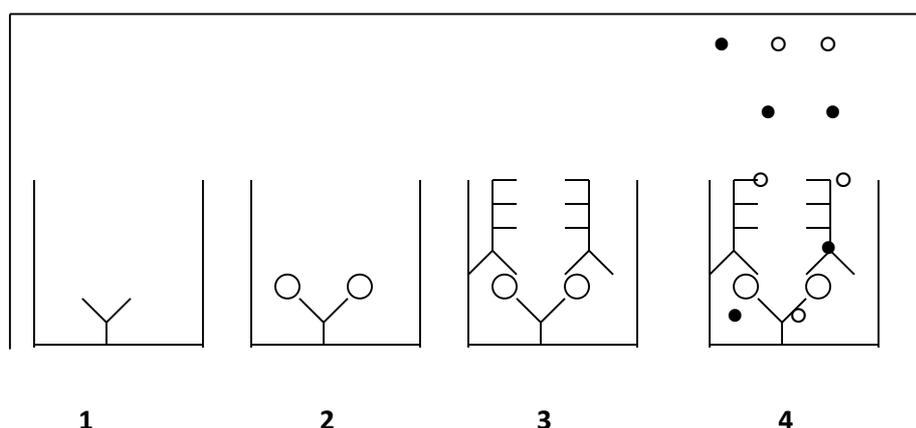


Figure 15 : Principe du test ELISA

1. Adsorption de l'anticorps
2. Adsorption de l'antigène

3. Fixation d'un anticorps spécifique de l'antigène couplé à la phosphatase alcaline E
4. Addition du substrat de la phosphatase alcaline.

➤ **Antisérums polyclonaux :**

Un sérum polyclonal est un mélange d'IgG dirigés contre une protéine virale, le plus souvent la protéine de la capsid. Des anticorps polyclonaux sont obtenus à partir de prises de sang de lapin effectuées après une immunisation par le virus étudié. Un sérum polyclonal renferme de très nombreux anticorps de réactivités différentes (Albouy et Devergne, 1998 ; Hames et *al.*, 2000 ; Nelson et *al.*, 2000).

Aujourd'hui, ces anticorps sont principalement utilisés grâce au test ELISA, mais ils sont très utiles pour d'autres tests comme l'immuno précipitation ou l'immuno diffusion et l'immuno- électro- microscopie (Purcifull et Batchelor, 1977 ; Torance, 1998 ; Astier et *al.*, 2001). Ces sérums peuvent permettre, de révéler des relations sérologiques entre virus différents. Toutefois un anticorps reconnaît un grand nombre de sites antigéniques différents, ce qui ne permet pas toujours de différencier des souches d'un même virus.

➤ **Anticorps monoclonaux :**

Le développement des anticorps monoclonaux permet une étude plus approfondie des structures antigéniques. Contrairement aux antisérums polyclonaux, chaque anticorps monoclonal reconnaît un site antigénique unique ou épitope de la protéine virale. L'utilisation des anticorps monoclonaux peut permettre de détecter des mutations ponctuelles ayant ou non une influence au niveau biologique. Ils reconnaissent en principe un épitope unique formé de quelques acides aminés, par conséquent une mutation d'un seul acide aminé impliqué dans la formation de l'épitope empêche la reconnaissance par l'anticorps. Cette méthode permet à la fois de différencier des souches de virus entre elles si l'épitope correspond à une partie variable de la séquence de la protéine virale et de mettre en évidence des relations sérologiques entre virus si l'épitope reconnaît une partie conservée (Astier et *al.*, 2001).

Les anticorps monoclonaux sont des outils très fins qui permettent l'étude de la variabilité d'un virus. Ils sont fréquemment dirigés contre la capsid d'un virus et utilisés pour la distinction sérologique des souches virales (Baker et *al.*, 1991 ; Desbiez et *al.*, 1996).

III.9.3. Détection moléculaire :

Les premières techniques d'amplification des acides nucléiques sont apparues en 1983, puis elles ont été adaptées en 1990 à la détection des virus de plantes (Henson et French, 1993). Actuellement, la réaction en chaîne de polymérisation (PCR) est couramment

utilisée pour la détection et l'identification des virus à ARN et à ADN (Craig *et al.*, 2004). Dans le cas des virus à ARN, un brin d'ADNc complémentaire du virus est fabriqué à l'aide de la transcriptase inverse (RT).

En plus de la détection des souches l'avantage supplémentaire de la PCR est que le génome amplifié peut être séquencé pour fournir des données supplémentaires sur les différents types de souches (Walsh *et al.*, 2001).

III.10. Lutte et contrôle de la maladie :

Le contrôle du *BSMV* est réalisé par l'élimination des semences infectées et l'utilisation des cultivars d'orge résistants

III.10.1. Certification

L'élimination des semences infectées est une approche prise pour le contrôle commercial des plantes d'orge. Elle implique la combinaison d'outils de détection performants comme les tests, le criblage sérologique sur jeunes semis et le contrôle de plants à partir de semences certifiées. Aux Etats Unis, ils ont adopté un plan de certification selon deux procédures : la première est une inspection des champs contenant des plantes montrant les symptômes. Les champs qui présentent des plantes symptomatiques sont éligibles à la certification, la seconde procédure est une inspection des semences à partir de tous les champs certifiés et qui est réalisée par des tests sérologiques (Spargue *et al.*, 1963 ; Maurin, 1999).

III.10.2. Utilisation des cultivars résistants

L'utilisation des cultivars d'orge résistants au *BSMV* pour la production commerciale est aussi considérée comme un moyen qui a permis le contrôle de ce virus. Quatre variétés d'orge : Moreval (CI5724), Modjo (CI1321), Modjo 1 (CI14080) et CI 421 sont connues résistantes au *BSMV* après inoculation mécanique (Pring et Timian, 1967 ; Mcfaraland *et al.*, 1983). les variétés résistantes ne permettent pas l'éradication totale du virus du fait de variation des symptômes et de la virulence des souches. Cela explique en partie la présence continue du virus dans les zones de culture de l'orge (Jackson et Lane, 1981 ; Nutter *et al.*, 1984).

CHAPITRE IV: MATÉRIELS ET METHODES

IV.1. .Prospections et échantillonnage :

L'étude de *BSMV* a été menée dans la wilaya de Chlef durant les campagnes 2016/2017 et 2017/2018 .Les prospections ont été réalisées durant les mois de fin Février, Mars, Avril, Mai et mi Juin et cela dans sept sites : Boukadir, Ouled Fares, Tadjna, El Karimia, Sobha, Abou Elhacene et Kaloul (Fig.16). Les prospections ont touché différentes espèces de céréales (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare* et *Avena sativa*).

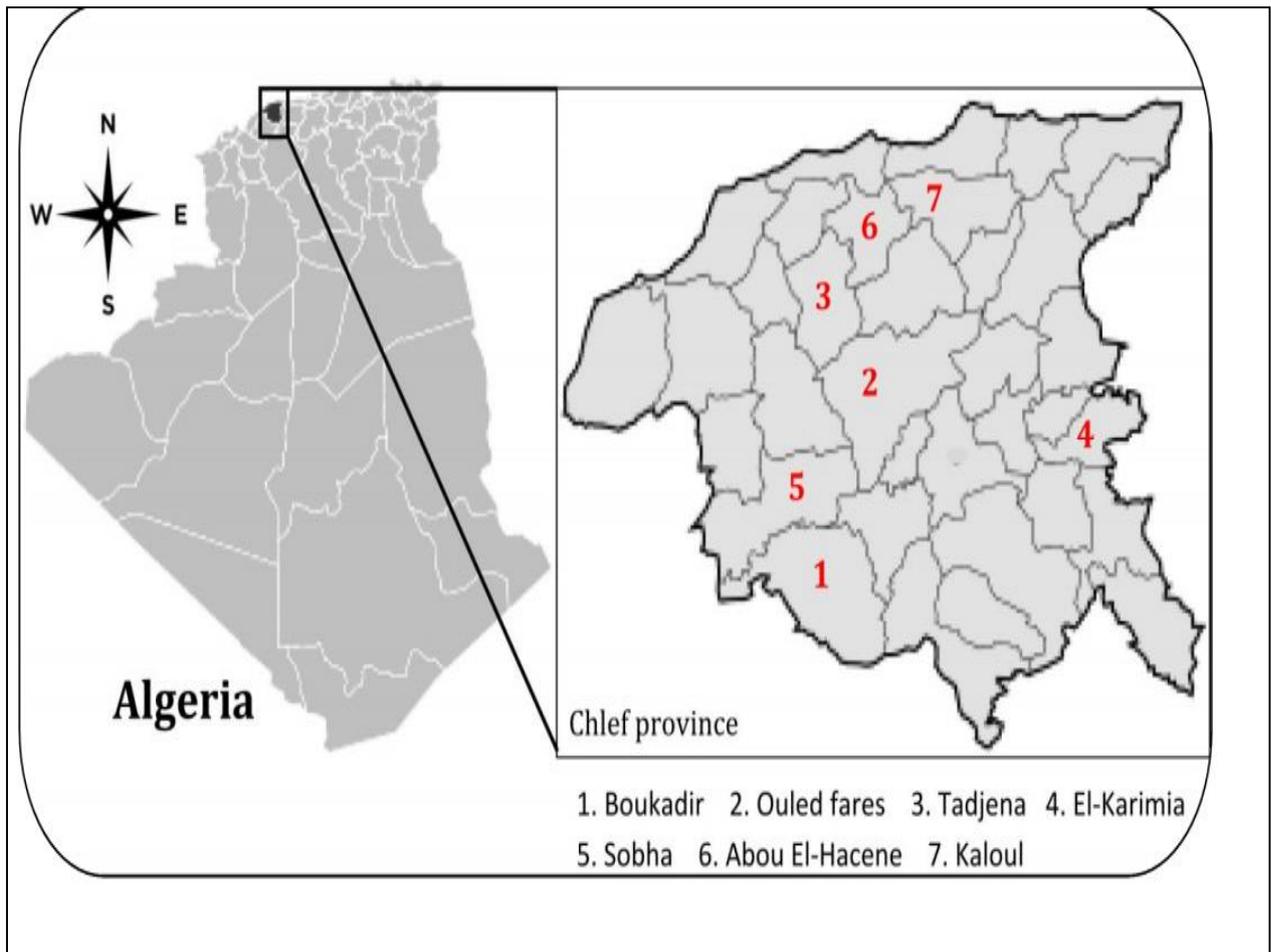


Figure 16: Carte représentative des différents sites prospectés au niveau de la wilaya de Chlef

IV.2. Présentation de la zone d'étude :

La wilaya de Chlef est située au Nord-ouest de l'Algérie. Elle est située à 200Km à l'Ouest d'Alger, au cœur de la vallée du Chélif ou elle occupe une place stratégique par sa situation géographique. La méditerranée baigne sa frange septentrionale sur une distance de

plus de 120 kilomètres. Au Sud, les piémonts qui constituent les premiers contreforts de l'Ouarsenis, la séparent de la wilaya de Tissemsilt. A l'Est, elle jouxte la wilaya de Tipaza à nord et la Wilaya d'Ain Defla au Sud. A l'Ouest, elle est limitée par le territoire de la wilaya de Mostaganem au Nord et par celui de la wilaya de Relizane au Sud.

IV.3. Prélèvements

Le matériel végétal utilisé lors des prospections était les variétés cultivées au niveau de la zone d'étude (Tab.5). Sur terrain un échantillonnage au hasard sur les différentes parcelles étudiées a été réalisé. Cet échantillonnage a été répété quatre fois sur 1m² pour la même parcelle (Simmons et Munkvold, 2014). L'objectif de cet échantillonnage est l'observation des symptômes typiques de *BSMV* et le prélèvement des feuilles à partir des plantes symptomatiques et asymptomatiques. Les symptômes étaient des mosaïques blanchâtres, jaunâtres et nécrotiques. Les feuilles ont été ensuite placées dans des sacs en papier sur lesquels on a noté le nom de la variété et les symptômes correspondants. Au laboratoire et après chaque prospection, les échantillons récoltés sont dénombrés et classés dans des sacs en plastique numérotés où chaque sac représente une variété, puis conservés à froid à 4 C°. Des lots de semences de 5 variétés à savoir : ARZ, Rihane, Anapo, Ain Abid et Simito ont été utilisés pour l'analyse sanitaire des semences. Ces lots proviennent de CCLS de Oued Sly.

L'étude du pouvoir pathogène a été effectuée sur deux espèces : l'orge, variété, Rihane qui est très cultivée en Algérie et qui est sensible vis-vis l'attaque du virus (Boubetra et Mohamedi, 1998 ; Benmokhtar et Kari, 1999 ; Medjahed, 2006) et la tomate (variété RIO GRAND) dont des travaux ont montré la réaction de cette espèce végétale après inoculation par le *BSMV* (Alberchtsen, 2006).

Tableau 5: Le matériel végétal utilisé lors des prospections

Site Variété	.Boukadkir	Ouled Fares	Tadjna	.El- Karimia	F.M Si Tayeb	F.M Belkhedim	FM Si Mnawer
Ain	×					×	
Abid(blé tendre)							
ARZ(blé tendre)	×	×		×	×		×
Rihane (orge)	×		×	×	×	×	×
Simito(blé tendre)	×		×	×	×	×	
Acsad (blé dur)						×	
Anapo (blé tendre)						×	×
Ofanto(blé dur)		×	×	×			×
Saida (orge)		×		×			
Avon (avoine)					×		

IV.4. Démarche d'analyse et d'interprétation statistique :

Les prospections effectuées durant la campagne d'étude ont permis de calculer le taux de la mosaïque striée de l'orge (TI) (annexe 3).

$$TI = \frac{\text{Nbr de plantes avec symptômes}}{\text{Nbr total des plantes prélevées}} \times 100$$

Les résultats de l'essai d'évaluation des taux d'infection ont été analysés à l'aide de logiciel SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 23.

Les résultats du taux d'infection en fonction de la région, le céréale, la variété et le stade de la plante sont soumis à l'analyse de variance (ANOVA) avec le Test de Tukey et la différence à $P \leq 0,05$ est considérée significative (annexes 4 et 5).

IV.5. Amplification

IV.5.1. Transmission par semence :

Le test de transmission par semence a pour but la reproduction des symptômes du *BSMV*. Pour effectuer ce test on a utilisé un lot de semence de la variété Rihane. Après une pré-germination d'une semaine, Le semis a été réalisé dans 50 pots contenant 1/3 de terreau et de 2/3 de sol à raison de 4 graines par pots. Par la suite ces pots ont été maintenus dans la serre. Le nombre des plantes semis était 200 plantes. L'observation des symptômes a commencé dès le 30^{ème} jour. Par la suite les plantes ont subi un test sérologique.

IV.5.2. Inoculation mécanique :

Le test de transmission mécanique du *BSMV* a été réalisé sur plusieurs espèces appartenant à la famille des Chénopodiaceae, des Solanaceae et des Graminées (Yu et al, 1980 ; Jackson et Lane, 1981).

Pour effectuer le test de transmission mécanique on a choisi une variété de la tomate (RIO GRAND) et une variété de l'orge (Rihane). Le semis a été réalisé dans des pots en plastique contenant 1/3 du sol stérilisé et 2/3 de la tourbe, à raison de 60 pots par variété et à raison de 4 graines par pot. L'inoculation mécanique a été effectuée une fois que les plantules ont atteint le stade optimum de l'inoculation, soit 1 à 2 feuilles pour l'orge et 4 feuilles pour la tomate. L'inoculum utilisé est des feuilles fraîches de la variété Rihane, montrant des symptômes du *BSMV* et testées sérologiquement. Les feuilles à inoculer ont été broyées à froid dans un mortier avec le tampon phosphate 0,1ml, PH 7,4 (1mg de poids frais/4 ml de tampon), (annexe 1) en ajoutant du carborundum (1mg/l) (Jezewska, 2001). Le broyat était ensuite appliqué sur la face supérieure des feuilles des plantes à inoculer (Fig.17). Ces feuilles ont été ensuite rincées à l'eau distillée après 2 à 3 minutes et maintenues à des températures entre 18 et 22 C°. Après 30 jours, les plantes ont subi un test sérologique.



Figure 17 : Inoculation mécanique des feuilles de tomate

IV.6. Etat sanitaire des semences

Pour la confirmation de la transmission du *BSMV* par la semence plusieurs lots provenant de des cinq variétés (ARZ, Rihane, Anapo, Ain Abid et Simito) ont été utilisés. Chaque lot contient 1000 graines. Les semences ont été broyées pendant 1 min dans un broyeur à sec, puis mises en suspension dans 10 ml de solution tampon phosphate NaCl (16,0 g de NaCl, 0,4 g de KH_2PO_4 , 2,88 g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,4 g NaN_3 , 1 ml Tween 20 dans 2 litres d'eau, pH 7,4) (Annexe 1) pendant 1 h, en laissant la phase liquide se séparer du culot (Fig. 18 a et b) (Lister et *al.*, 1981 ; Platz et Persley, 2009). Les broyats récupérés ont été ensuite testés sérologiquement..

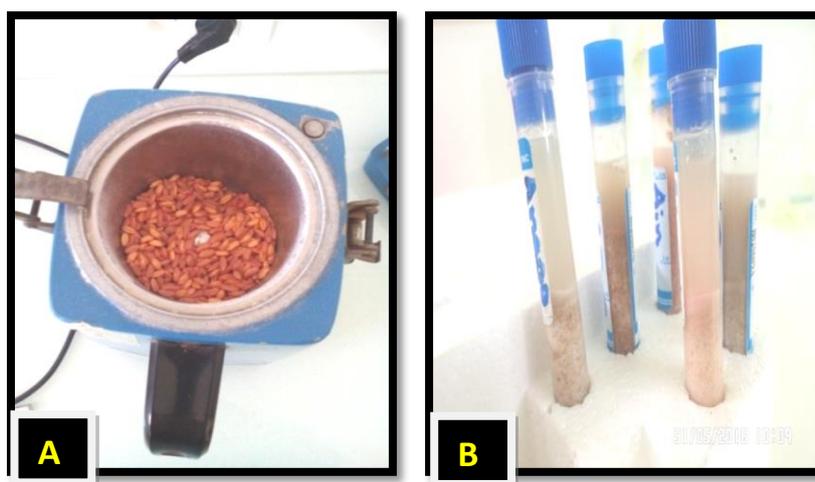


Figure 18: Méthode Broyage de la semence

A- Broyage à sec des semences, B- broyats des semences

IV.7. Préparation des échantillons à testés :

Le broyage des échantillons est fait par deux manières : broyage par broyeur électrique dans des sachets de broyage spécialement conçus et cela au niveau de la SRPV de Chlef (Fig.19 A) et le broyage par un mortier et un pilon, dans ce cas il est nécessaire de bien laver le mortier avant l'utilisation et le rincer pour chaque échantillon (Fig.19 B). Le broyage est réalisé en présence de tampon d'extraction PBS Tween (Annexe 1). Pour l'extraction du virus on a utilisé 1g de poids frais des feuilles par 2ml de tampon. Pour le test de l'inoculation mécanique 1g de poids frais des feuilles était broyé à 4 ml de tampon. Les jus ont été ensuite récupérés dans des tubes et conservés à froid à +4 C (Fig.19 C).

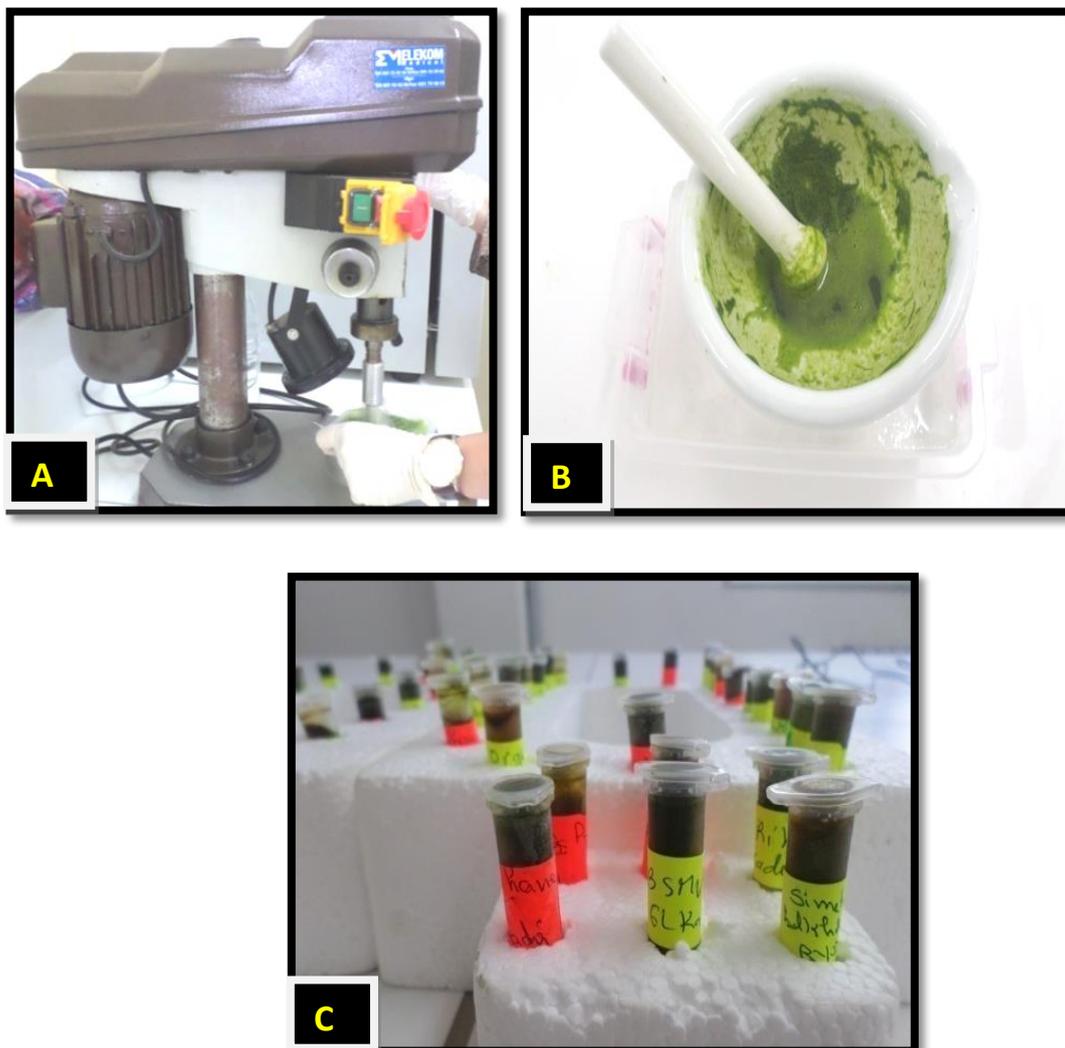


Figure 19: Méthodes de broyage

A-Broyage électrique, **B-**broyage manuel, **C-**jus récupérés

IV.8. Etude épidémiologique

Afin d'estimer l'incidence de la mosaïque striée de l'orge, un essai épidémiologique a été réalisé. Le suivi de l'évolution de la maladie a été fait en deux périodes, de 15 Avril au 15 Mai et de 15 Mai au 15 Juin et qui correspondent respectivement aux stades montaison et épiaison. Ces derniers sont les périodes où on a remarqué que les symptômes induits par le *BSMV* sont les plus évolués et les plus caractéristiques. Pour la réalisation de cette étude deux parcelles ont été sélectionnées, une parcelle de l'orge « variété : Rihane » et une parcelle de blé dur « variété : Acsad ». Les deux parcelles sont situées à la ferme pilote Bel Khedim de la commune de Abou El Hacene L'étude a visé de prélever au hasard 100 échantillons pour chaque variété selon un schéma en W qui couvre l'ensemble du champ par la suite trier ceux qui présentent les symptômes typiques de *BSMV*. Ces derniers ont subi un test sérologique pour déterminer le pourcentage de plantes infectées (Incidence : I) (Tab.6) (Kumari et al., 2006 ; Platz et Persley, 2009). L'incidence de la maladie est calculée selon la formule suivante

$$I = \frac{\text{Nombre des échantillons positifs}}{\text{Nombre des échantillons testés}} \times 100$$

Tableau 6 : Essai épidémiologique réalisé sur les deux variétés Rihane et Acsad

Période	Variété	Rihane			Acsad		
	Semaine	Nbr de plts prélevées	Nbr de plts avec symptômes de <i>BSMV</i>	Nbr de plts malades	Nbr de plts prélevées	Nbr de plts avec symptômes de <i>BSMV</i>	Nbr de plts malades
Du 15 Avril au 15 Mai	S1	100	45	20	100	40	13
	S2	100	48	22	100	44	15
	S3	100	60	30	100	50	20
	S4	100	65	33	100	54	25
Du 15 Mai au 15 Juin	S1	100	80	48	100	58	20
	S2	100	85	52	100	68	30
	S3	100	90	56	100	70	32
	S4	100	95	60	100	72	40

IV.9. Détection sérologique du *BSMV* :

IV.9.1. Principe de test ELISA

Pour la détection du *BSMV* on a utilisé la technique TAS-ELISA suivant le protocole décrit par Seepiban et collaborateurs en 2017 (Seepiban et *al*, 2017). Le test ELISA a été réalisée selon la méthode classique «sandwich», en utilisant trois antisérums en kit complets du *BSMV*. Les kits sont fournis par les laboratoires BIORAD et SEDIAG.

IV.9.1.1. Extraction du virus :

Les échantillons ont été broyés à froid à l'aide d'un mortier dans une solution tampon (1g de poids frais/ 2ml de tampon phosphate Buffered Saline (PBS-T), pH7,4) en présence de Polyvinylpyrrolidone,1% (PVP) du Sérum Albumine Bovine (SAB), 0,1% (annexe 1). Les jus virosés récupérés des échantillons ont été ensuite mis dans des tubes en plastiques et conservés à froid.

IV.9.1.2. Les Etapes du test ELISA

Le protocole ELISA adopté dans notre travail est représenté par l'annexe n° 2

1^{er} étape : Fixation des Anticorps

- Le tampon coating doit être dilué à sa concentration finale avec de l'eau distillée (Fig.20).
- Déposer 100 µl de tampon coating par puits de la plaque ELISA (Fig .21)
- Incuber la plaque pendant 2heures a 37°C ° (les plaques sont couvertes avec un film plastique adhésif) (Fig.22).
- Effectuer 2 lavages avec le PBS-T (Fig.23).

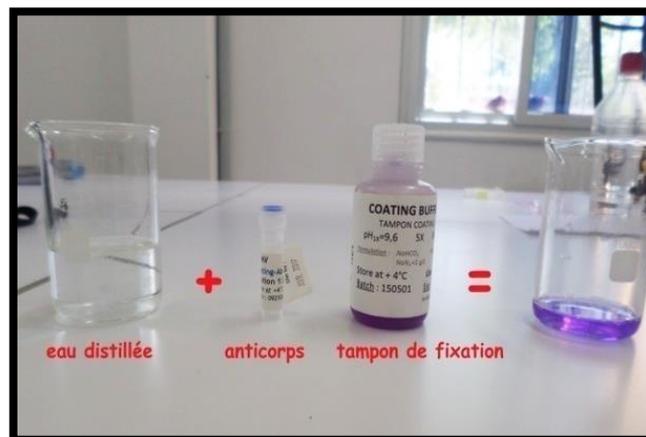


Figure 20: préparation de solution de fixation

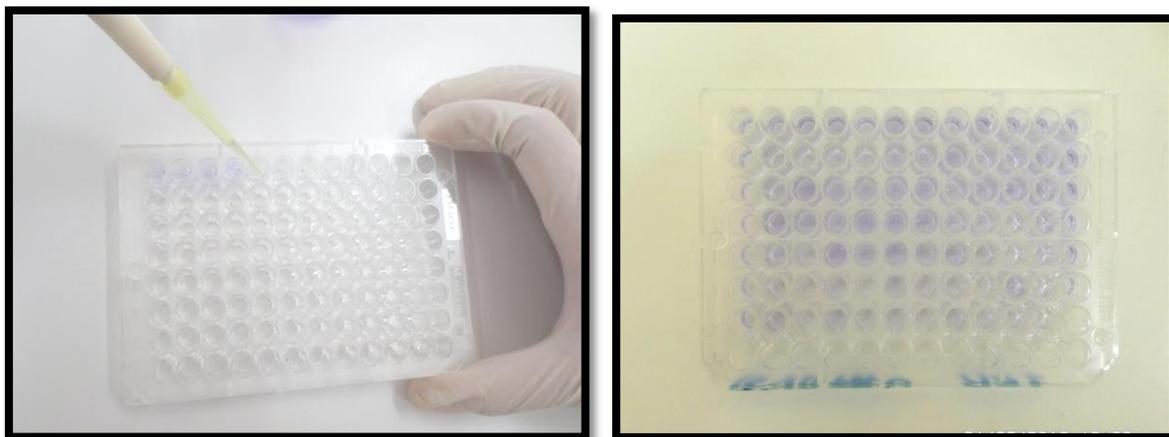


Figure 21: Dépôts de solution de fixation



Figure 22 : incubation a 37°C pendant 2 heures



Figure 23 : lavage de la plaque avec la solution de lavage

2^{eme} étape : dépôts des échantillons

- Préparation des témoins : elles sont lyophilisées et doivent être réhydratées dans 0.5, 1 ou 2ml d'eau distillée.
- Remplissez 100 µl par échantillon du jus des feuilles dans 1puit de micro plaque ELIZA (Fig.24).
- Incuber la plaque pendant une nuit a +4°C (les plaques sont couvertes avec un film plastique adhésif) (Fig.25), puis effectuer 5 lavages (Fig.26).

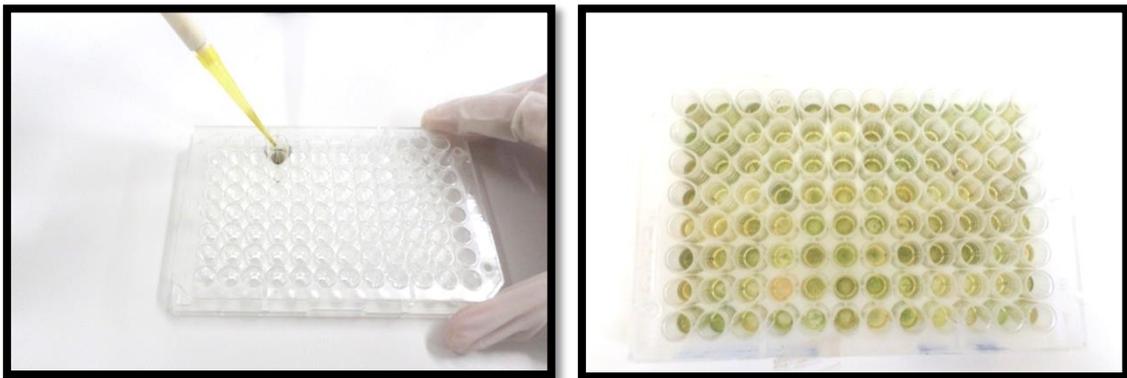


Figure 24: Dépôts des échantillons

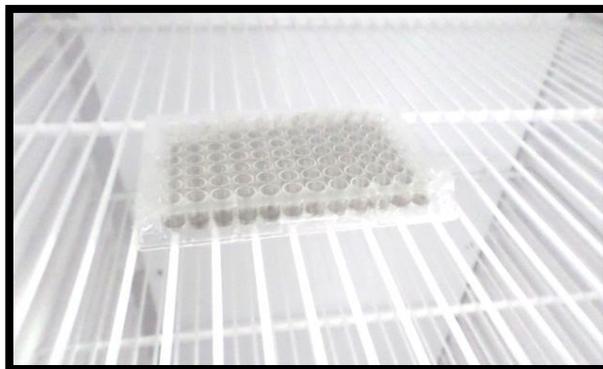


Figure 25: Incubation pendant une nuit a +4°C

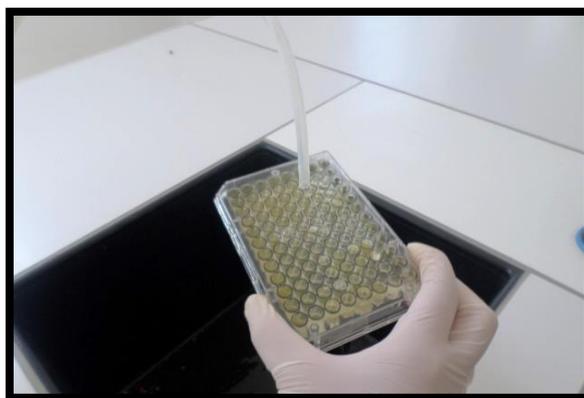


Figure 26: Lavage de la plaque

3^{eme} étape : Dépôts des Anticorps conjugués

- Diluer l'Anticorps conjugué dans le tampon conjugué (Fig.27). 2 Anticorps conjugués A et B sont dilués dans le tampon conjugué.
- Déposer 100 µl de tampon conjugué par puits de la plaque ELISA.(Fig.28)
- Incuber la plaque pendant 2 heures a +37°C. (Fig.29)
- Effectuer 3lavages. (Fig.30)



Figure 27: Préparation de solution des Anticorps conjugués

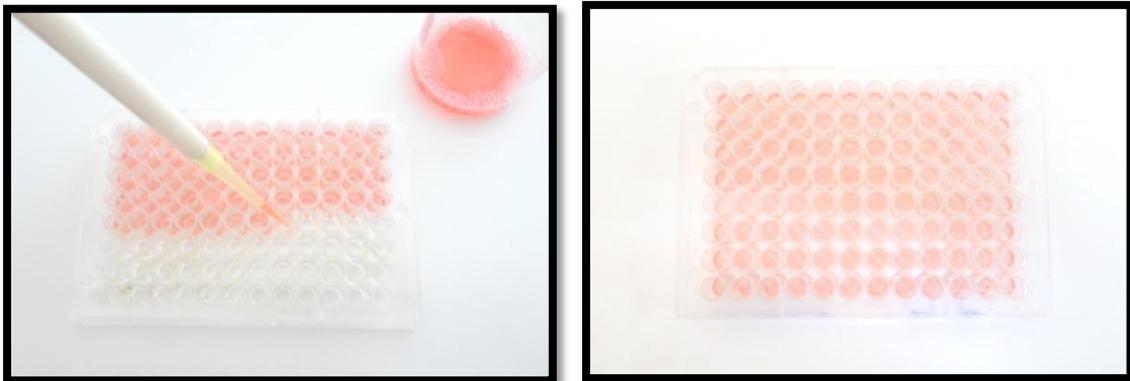


Figure 28:Dépôts de la solution



Figure 29: Incubation des plaques pendant 2 heures a 37°C



Figure 30: Etape de lavage

4^{eme} étape : dépôts des Substrats

- Chaque tablette de substrat pNpp permet de préparer 5 mL de solution de pNpp. (Fig.31)
- Déposer 100 μ l par puits (Fig.32)
- Lecture des plaques après 1heure, puis 2 heures à température ambiante.

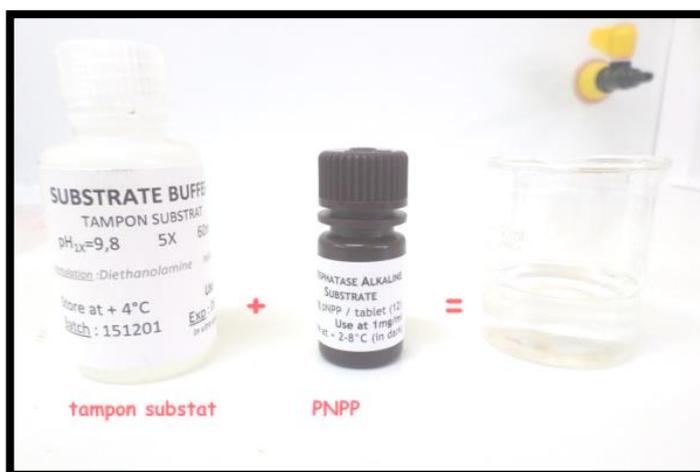


Figure 31: Préparation de solution de substrats

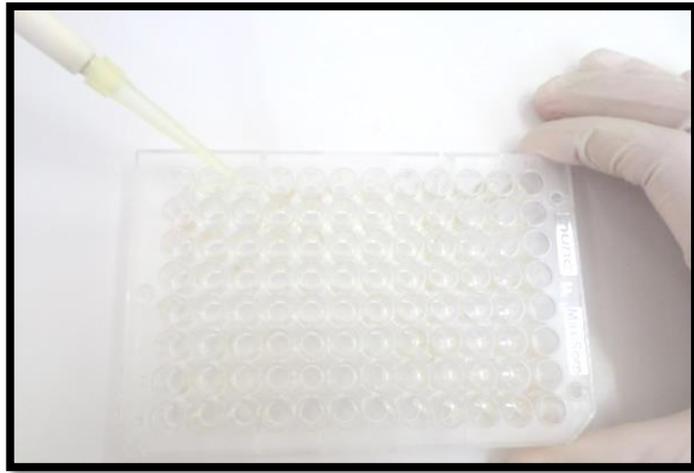


Figure 32: Dépôts de substrats

Lecture et interprétation :

La Lecture des absorbances se fait l'aide d'un spectrophotomètre à 405 nm après 1 heure, puis 2 heures d'incubation.

Pour calculer les absorbances, les valeurs de DO des tampons, témoins et échantillons sont les valeurs brutes diminuées de DO du substrat.

DO échantillons = DO brute – moyenne des DO des puits de substrat

L'interprétation du résultat est faite par le calcul d'un seuil de détection. Un échantillon est considéré positif lorsque sa densité optique est trois fois la densité du témoin sain.

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSIONS

V.1. Résultats des prospections :

V.1.1. Symptômes observés sur terrain :

Les symptômes du *BSMV* observés sur l'orge étaient très importants. Les symptômes ont débutés par des taches blanchâtres à la bases des feuilles qui ont évoluées par la suite à des stries marron diffusés tout le long des nervures jusqu'au sommet de la feuille (Fig. 33). Sur les variétés du blé les symptômes étaient moins fréquents et similaires à ceux observés sur l'orge, ces symptômes se manifestent par des taches verdâtres et jaunâtres qui ont évolués par la suite en striés marron. La variété de l'avoine s'est montée moins sensible vis-à-vis du virus et les symptômes étaient modérés.

Il est à noter que durant ces prospections, il a été constaté que le stade épiaison est le plus sensible à l'attaque du *BSMV* où les symptômes étaient plus visibles et plus importants.



Figure 33: Symptômes associées *BSMV* sur Orge

A) Stries marron observés sur champ, B) Evolution des symptômes de *BSMV*

V.1.2. Résultats des taux d'infections :

V.1.2.1. Effet du stade de développment des variétés étudiées sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune de Boukadir (site 1)

Les résultats de l'analyse statistique (Annexe 4) ont mis en évidence différents taux d'infection qui diffèrent selon la variété et le stade végétatif (fin tallage, montaison et épiaison) ((Fig.34).

Le taux d'infection enregistré pour la variété ARZ durant les stades fin tallage, montaison et épiaison est de 9.34%, 53.13% et 86.79% respectivement. Pour La variété Simito le taux d'infection était de 8.88% (fin tallage), 89.64% (montaison) et 87.87% (épiaison). Pour la variété Ain Abid le pourcentage d'infection était 17.85% au stade fin tallage, 57.23% au stade montaison et 71.83% au stade épiaison. Enfin et pour la variété Rihane, les taux enregistrés sont 13.67%,86.34% et 92% au stade fin tallage, montaison et épiaison respectivement (annexe 3).

Une différence significative au seuil de signification 5% a été observée sur les variétés testées. L'effet interaction existe entre les facteurs étudiés (stade de développement et variété) (annexe 4). Le comportement variétale vis-à-vis à l'attaque virale est presque identique. Le test de Tukey nous a permis de classer les différents traitements en groupes homogènes où le taux d'infection le plus faible a été enregistré chez la variété ARZ (8.88%) quant au taux d'infection le plus élevé a été observé chez la variété Rihane (92%) (Tab.7). La présente investigation a révélé la sensibilité du stade épiaison à l'attaque du *BMSV* alors que le stade fin tallage s'est avéré le stade le moins sensible (annexe 5)

Tableau 7 : Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Ain Abid et Rihane au niveau du site1 (Boukadir)

Site	Espèce	Variété	Stade	Moy ± Et
Boukadir	<i>Triticum aestivum</i>	ARZ	Fin tallage	9,34 ± 2.34
			Montaison	53,14 ± 3.28
			Epiaison	86,79 ± 9.82
		Simito	Fin tallage	8,88±3.16
			Montaison	89,64±3.65
			Epiaison	87,87± 3.70
		Ain abid	Fin tallage	17,85± 4.59
			Montaison	57,30± 4.76
			Epiaison	71,83± 3.10
	<i>Hordeum vulgare</i>	Rihane	Fin tallage	13,67± 5.12
			Montaison	86,35±2.06
			Epiaison	92,00± 3.01

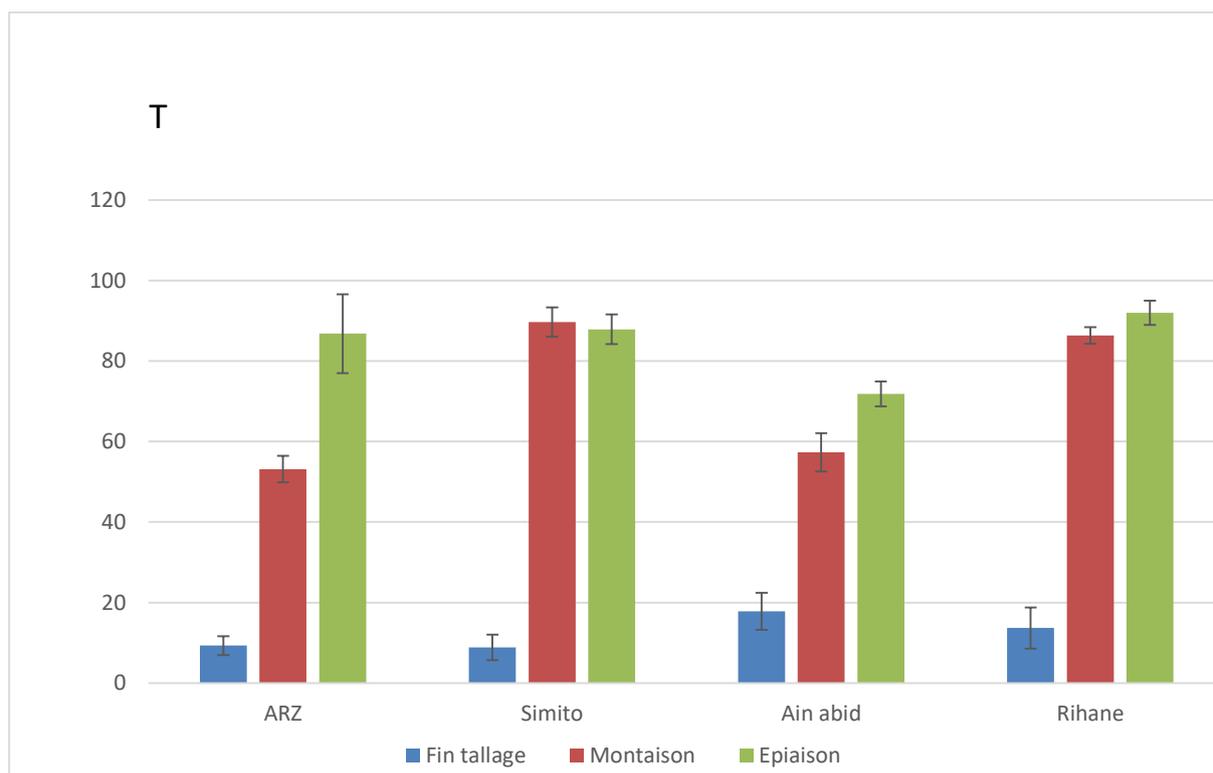


Figure 34 : Taux d’infection des variétés ARZ, Simito, Ain Abid et Rihane selon les différents stades végétatifs

IV.1.2.2. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Saida et Ofanton sur l’évolution de la maladie au niveau de la commune de Ouled Fares (Site 2)

Les résultats des taux d’infections des variétés cultivées au niveau du site 2 (Ouled Fares) sont présentés dans le tableau 8 et Figure 35

Le taux d’infection des différents stades (fin tallage, montaison et épiaison) de la variété ARZ est 10.42%, 62.35% et 92.22% respectivement.

Quant aux taux d’infections de la variété Ofanton au stade fin tallage est de 9.34%, 89.50 % en stade montaison, et 84.65% au stade épiaison. Enfin et pour la variété Saida les taux enregistrés selon les stades végétatifs sont 13.58%, 87.68% et 94.66% respectivement (annexe3).

L’analyse de la variance à révéler que l’interaction variété stade de développement est significative (prob=0,05) (annexe 4). Le test de Tukey, nous a permis de classer les différents traitements en groupes homogènes et la mise en évidence de l’effet variétal et l’effet stade phénologique de la plante sur le taux d’infection. Le taux d’infection le plus faible a été enregistré au stade fin tallage pour la variété Ofontan (9.34%) (annexe 5).

Tableau 8 : Taux d'infection des variétés ARZ, Saida et Ofanton de site 2 (Ouled Fares)

Site	Espèce	Variété	Stade	Moy ± Et
Ouled Fares	<i>Triticum aestivum</i>	ARZ	Fin tallage	10,42± 2.14
			Montaison	62,35± 7.81
			Epiaison	92,22± 6.23
	<i>Hordeum vulgare</i>	Saida	Fin tallage	13,58± 3.15
			Montaison	87,68± 8.33
			Epiaison	94,66± 1.76
	<i>Triticum durum</i>	Ofanton	Fin tallage	9,34± 2.74
			Montaison	89,50± 5.38
			Epiaison	84,65± 4.43

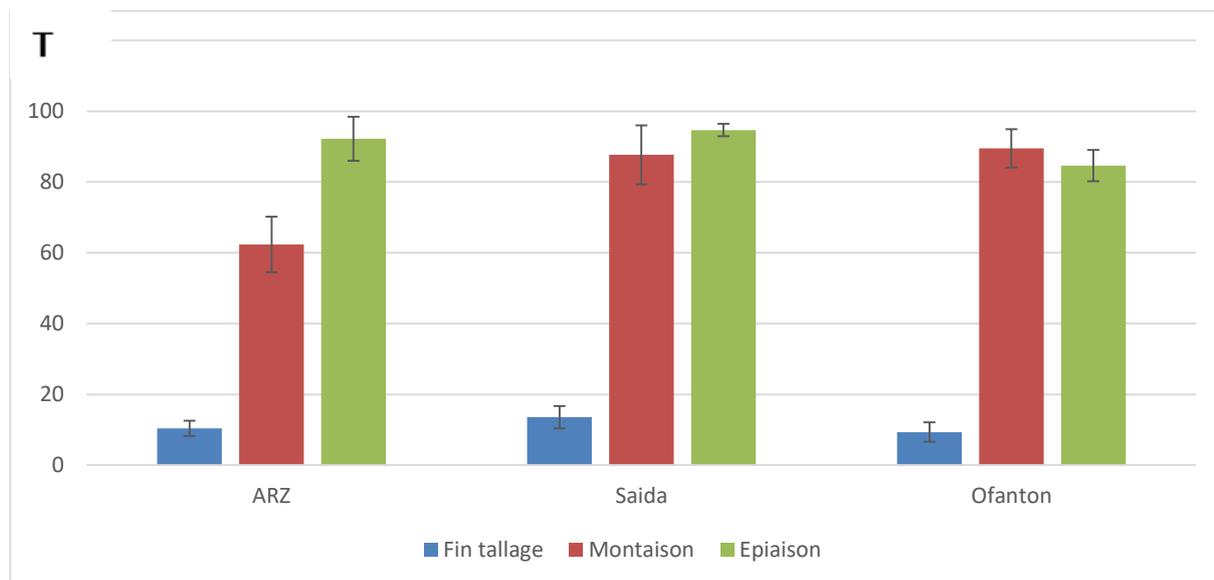


Figure 35: Taux d'infection des variétés ARZ, Saida et Ofanton selon les différents stades végétatifs

V.1.2.3. Effet du stade de développement des variétés Simito, Rihane et Ofanton sur l'évolution de la maladie au niveau la Commune de Tadjna (Site 3) :

Les valeurs du taux d'infection de la variété Simito lors des trois stades (fin tallage, montaison et épiaison) étaient 7.86%, 55.12% et 83.77% respectivement. Le pourcentage d'infection de la variété Ofanton selon les trois stades suscitait était 9.19%, 89.42% et 93.42% respectivement. Pour la variété Rihane, le taux d'infection enregistré était comme suit 8.91%, 87.33 % et 90.80 % selon les stades suscitait respectivement (annexe3).

Les résultats de l'analyse statistiques correspondent aux taux d'infection calculés sont présentés dans le tableau 9 et Figure 36. L'analyse de la variance a révélé un effet significatif de l'interaction variété x stade de développement (annexe 4). La valeur du taux d'infection la plus faible était enregistrée par la variété Simito au stade fin tallage (7.86%) alors que le taux le plus élevé (93.42%) a été observé chez la variété Ofanton.

Tableau 9 : Taux d'infection calculé pour les variétés Simito, Rihane et Ofanton du site 3 : Tadjna

Site	Espèce	Variété	Stade	Moy ± Et
Tadjna	<i>Triticum aestivum</i>	Simito	Fin tallage	7,86± 3.28
			Montaison	55,12±12.43
			Epiaison	83,77±10.34
	<i>Hordeum vulgare</i>	Rihane	Fin tallage	8,91±3.17
			Montaison	87.33±16.16
			Epiaison	90.80±8.73
	<i>Trticum durum</i>	Ofanton	Fin tallage	9,19± 3.24
			Montaison	89.42± 2.65
			Epiaison	93.42±6.47

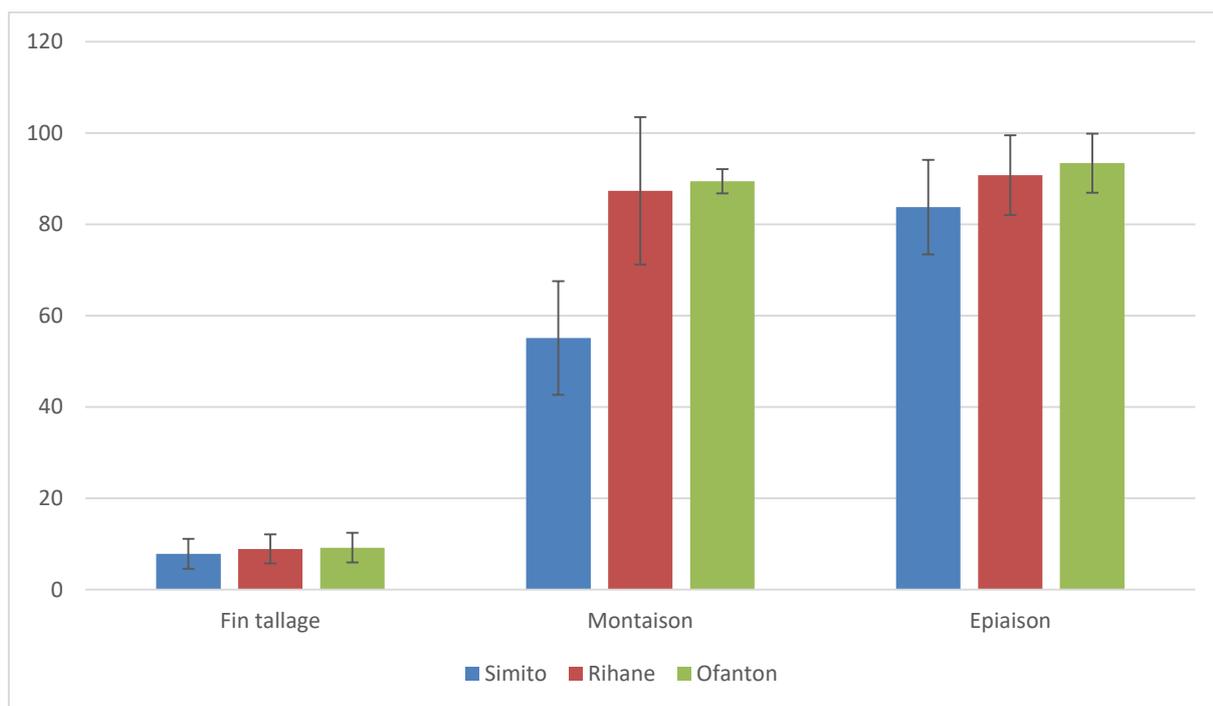


Figure 36 : Taux d’infection des variétés Simito, Rihane et Ofanton selon les différents stades végétatifs

V.1.2.4. Effet du stade de développement des variétés Simito, Rihane, Saida et Ofanton sur l’évolution de la maladie au niveau de la commune d’El Karimia (Site 4)

Les valeurs du taux d’infection de la variété Simito pour les trois stades (fin tallage, montaison et épiaison) étaient de 9.36%, 43.10% et 83.04% respectivement. Le pourcentage d’infection de la variété Ofanton suivant les stades fin tallage, montaison et épiaison étaient de 11.92%, 88.26% et 87.07% respectivement. Les taux d’infection de la variété Rihane, aux différents stades étaient de 8.80%, (fin tallage), 93.82% (montaison) et 95.84% au stade épiaison. La variété Saida a présenté les taux d’infection suivants : 9.57% au stade fin tallage, 88.20% au stade montaison et 95% au stade épiaison (annexe3).

Sur les quatre variétés testées. L’analyse de la variance a montré que l’effet interaction entre les facteurs étudiés est significatif (annexe 4). Le test de Tukey a permis de classer les différents traitements en groupes homogènes ou le taux d’infection le plus faible est observé chez la variété Rihane au stade fin tallage et les taux le plus élevé a été enregistré chez la même variété au stade épiaison (Tab.10) (Fig. 37) (annexe 5).

Tableau 10 : Taux d'infection calculé pour les variétés Simito, Rihane, Saida et Ofanton du site 4 : El Karimia

Site	Espèce	Variété	Stade	Moy ± Et
El Karimia	<i>Triticum aestivum</i>	Simito	Fin tallage	9,36±3.73
			Montaison	43,10±10.17
			Epiaison	83,04± 11.45
	<i>Hordeum vulgare</i>	Rihane	Fin tallage	8,80±2.57
			Montaison	93,82±1.41
			Epiaison	95,84±1.52
		Saida	Fin tallage	9,57±3.84
			Montaison	88,20±7.30
			Epiaison	95,00±4.63
	<i>Trticum durum</i>	Ofanton	Fin tallage	11,92±5.52
			Montaison	88,26±3.94
			Epiaison	87,0±10.71

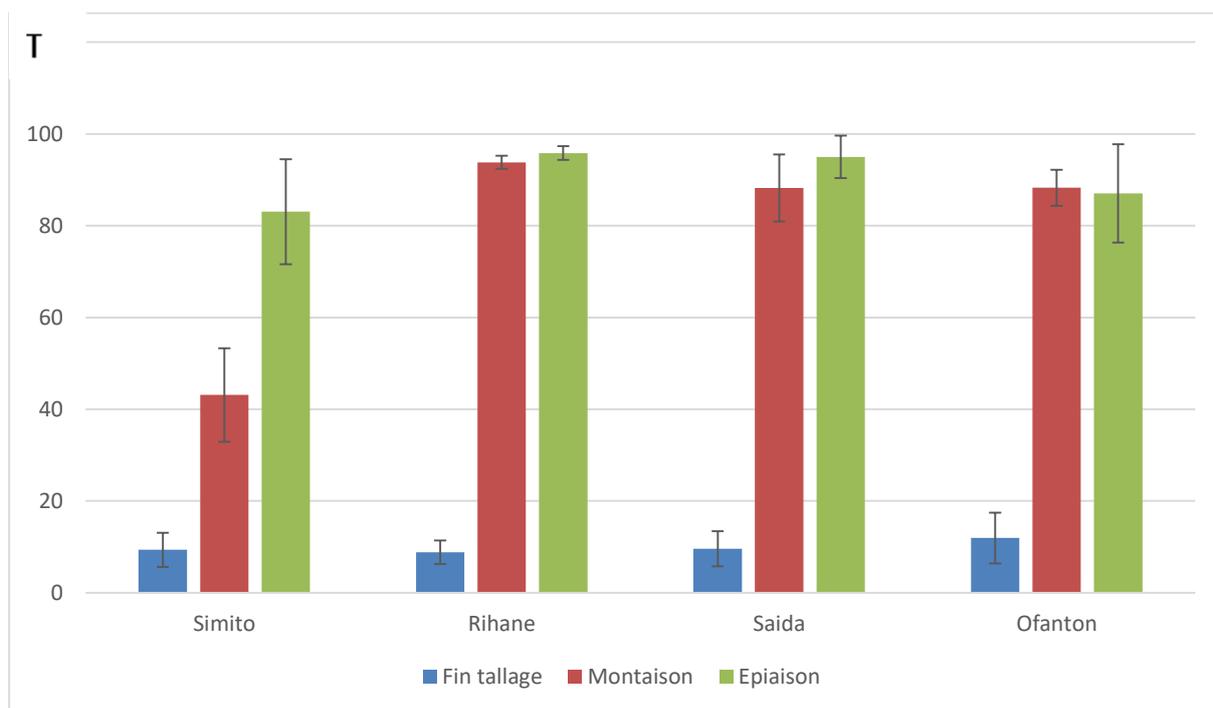


Figure 37 : Taux d'infection des variétés Simito, Rihane, Saida et Ofanton selon les différents stades végétatifs

V.1.2.5. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Simito, Rihane et Avon sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune de Sobha (site 5)

Les résultats des taux d'infections calculés pour les variétés du site 5 sont présentés dans le tableau 11 et figure 38. Les valeurs de taux d'infection de la variété ARZ dans les trois stades (fin tallage, montaison et épiaison) étaient de 18.86%, 39.23% et 76.47%. Respectivement. Pour la variété Simito le taux d'infection selon les stades était de 16.41%, (fin tallage), 41.72% (montaison) et 78.70% au stade épiaison. Pour la variété Rihane on a enregistré les pourcentages suivants : 18.39% en fin tallage, 57.73% en montaison et 90.75% en épiaison. Cas de la variété Avon, le pourcentage d'infection au stade fin tallage est de 2.28%, 3.69% au stade montaison et 4.65% au stade épiaison (annexe 3).

L'analyse de la variance a montré une différence significatif entre les variétés et les stades phénologiques où la variété Rihane s'est montré la plus sensible au stade épiaison vis à vis l'attaque de *BSMV* et elle enregistré un taux d'infection de 90.75% (annexe 4).

Tableau 11 : Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Rihane et Avon du site 5 (Ferme pilote Si Tayeb)

Site	Espèce	Variété	Stade	Moy ± Et
FM Si Tayeb	<i>Triticum aestivum</i>	ARZ	Fin tallage	18,8675 ±5 .76
			Montaison	39,2300±2.05
			Epiaison	76,4750±7.37
		Simito	Fin tallage	16,4100±3.96
			Montaison	41,7275±1.88
			Epiaison	78,7000±7.66
	<i>Hordeum vulgare</i>	Rihane	Fin tallage	18,3975±2.27
			Montaison	57,7375±9.26
			Epiaison	90,7525±3.37
	<i>Avena sativa</i>	Avon	Fin tallage	2,2825±0.72
			Montaison	3,6950±0.72
			Epiaison	4,6575±1.96

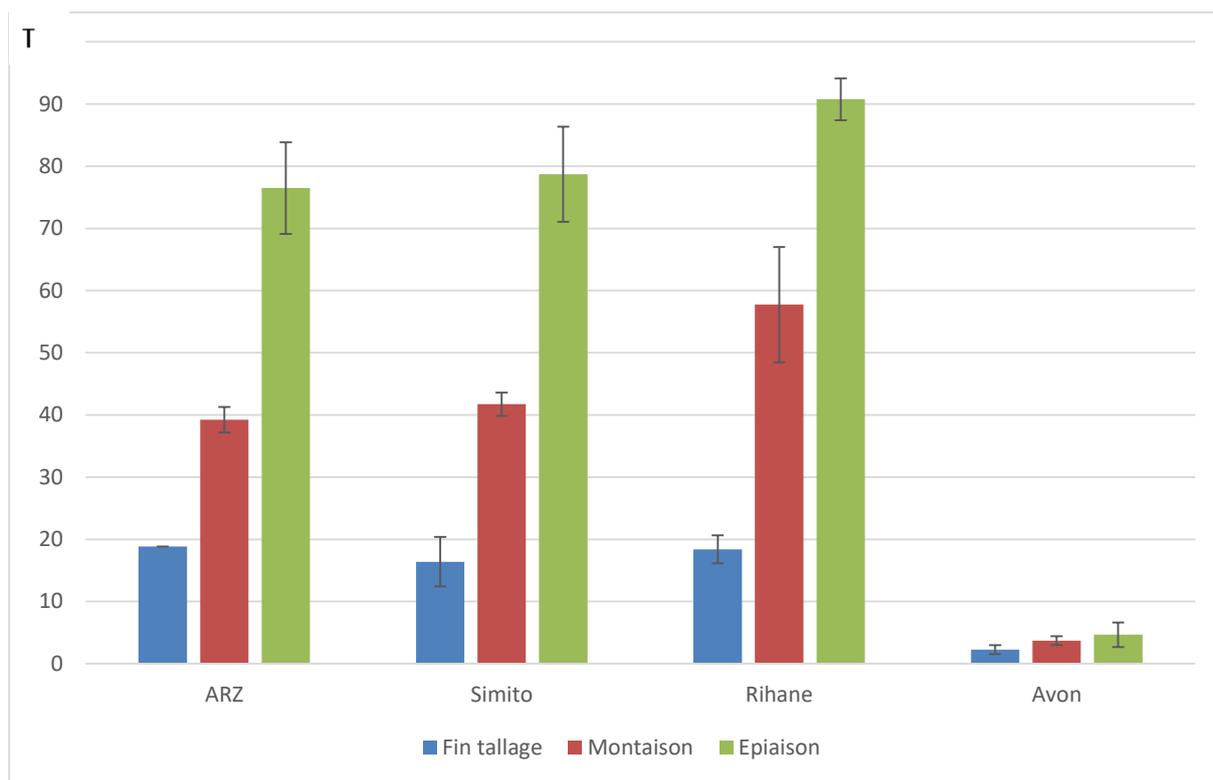


Figure 38: Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Rihane et Avon selon les différents stades végétatifs

V.1.2.6. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Simito, Ain Abid, Anapo, Rihane et Acsad sur l'évolution de la maladie au niveau de la commune de Abou El Hacene (Site 6) :

Les résultats des taux d'infections calculés pour les variétés du site 6 sont présentés dans le tableau 12 et Figure 39.

Les valeurs de taux d'infection de la variété Ain Abid pour les trois stades (fin tallage, montaison et épiaison étaient respectivement de 17.05%, 59.35% et 71.97%. La variété ARZ a enregistré au stade fin tallage un taux d'infection de 9.47%, 89.45% au stade montaison, et 93.35% au stade épiaison. Pour la variété Simito, on a enregistré au stade fin tallage une valeur d'infection de 18.05%, au stade montaison 40.59% et 87% au stade épiaison. La variété Anapo a enregistré au stade fin tallage un taux d'infection de 9.76%, au stade montaison 89.17% et au stade épiaison 92.26%. Enfin pour la variété Ascad le taux d'infection selon les stades susciter était de 10.01%, 90.61% et 94.48% respectivement (annexe 3).

L'étude statistique a révélé une différence significative entre les facteurs étudiés. L'analyse de la variance a montré la sensibilité des variétés étudiées au stade épiaison (annexe 4).

Tableau 12 : Taux d'infection calculé pour les variétés ARZ, Simito, Ain Abid de site 6 :
Ferme pilote Belkhedim

Site	Espèce	Variété	Stade	Moy ± Et
FM Belkhedim	<i>Triticum aestivum</i>	ARZ	Fin tallage	9,47±1.00
			Montaison	89,45±7.63
			Epiaison	93,35±3.83
		Simito	Fin tallage	18,05±6.28
			Montaison	40,59±1.85
			Epiaison	87,00±7.14
		Ain Abid	Fin tallage	17,05±5.05
			Montaison	59,35 ± 3.50
			Epiaison	71,97±3.87
	Anapo	Fin tallage	9,76±6.14	
		Montaison	89,17±7.29	
		Epiaison	92,26±3.78	
	<i>Hordeum vulgare</i>	Rihane	Fin tallage	13,50±3.30
			Montaison	96,46±1.13
			Epiaison	99,36±2.80
	<i>Triticum durum</i>	Acsad	Fin tallage	10,01±2.88
			Montaison	90,61±8.74
			Epiaison	94,48±3.55

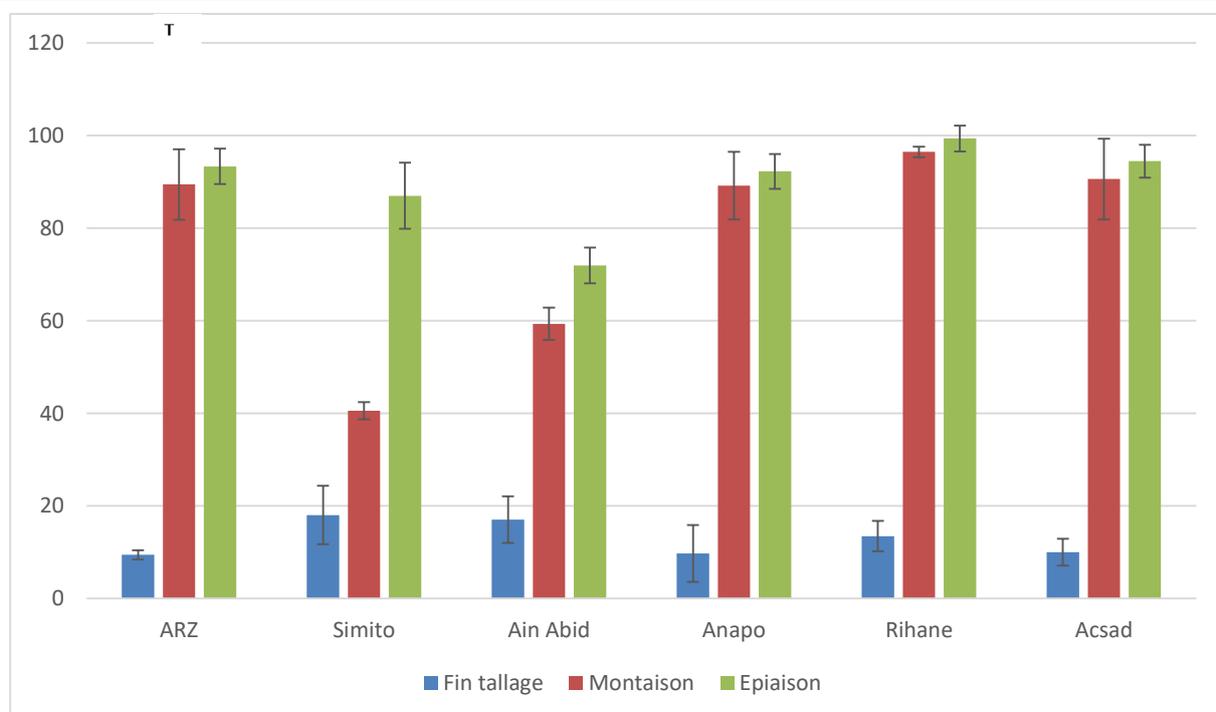


Figure 39 : Taux d'infection des variétés ARZ, Simito, Ain Abid, Anapo, Rihane et Acsad
selon les différents stades végétatifs

V.1.2.7. Effet du stade de développement des variétés ARZ, Anapo, Rihane et Ofanton sur l'évolution de la maladie au niveau de la localité de Kaloul (site 7)

Les résultats des taux d'infections calculés pour les variétés du site 7 sont présentés dans le tableau 13 et la figure 40.

Les valeurs du taux d'infection de la variété ARZ pour les trois stades fin tallage, montaison et épiaison étaient respectivement de 9.92%, 91.44% et 88.08%. La variété Anapo a enregistré au stade fin tallage un taux d'infection de 9.45%, au stade montaison, 90.74% et au stade épiaison 91.79%. La variété Ofanton a montré au stade fin tallage un taux d'infection de 15.11%, 86.49% au stade montaison et 89.87% au stade épiaison. Enfin et pour la variété Rihane, le taux d'infection selon le stade est comme suit : Fin tallage (15.51%), au stade montaison (91.24%) et (93.11%) au stade épiaison (annexe 3).

La différence est significative au seuil de (5%) et le test de Tukey a permis de classer les traitements en groupes homogènes. Ce test a révélé la sensibilité des variétés étudiées au stade épiaison par rapport au stade fin tallage et épiaison (annexe 5).

Tableau13 : Taux d'infection calculé pour les variétés ARZ, Anapo, Rihane et Ofanton du site 7 : Ferme pilote Si Menaour

Site	Espèce	Variété	Stade	Moy ± Et
FM Si Menaour	<i>Triticum aestivum</i>	ARZ	Fin tallage	9,92 ±1.71
			Montaison	91,44 ± 5.71
			Epiaison	88,08± 6.81
		Anapo	Fin tallage	9,45 ± 3.56
			Montaison	90,74± 4.51
			Epiaison	91,79 ±3.62
		Rihane	Fin tallage	15,51± 3.92
			Montaison	91,25 ± 3.37
			Epiaison	93,11 ±3.82
		Ofanton	Fin tallage	15,11 ±2 .12
			Montaison	86,49± 5.03
			Epiaison	89,87± 5.57

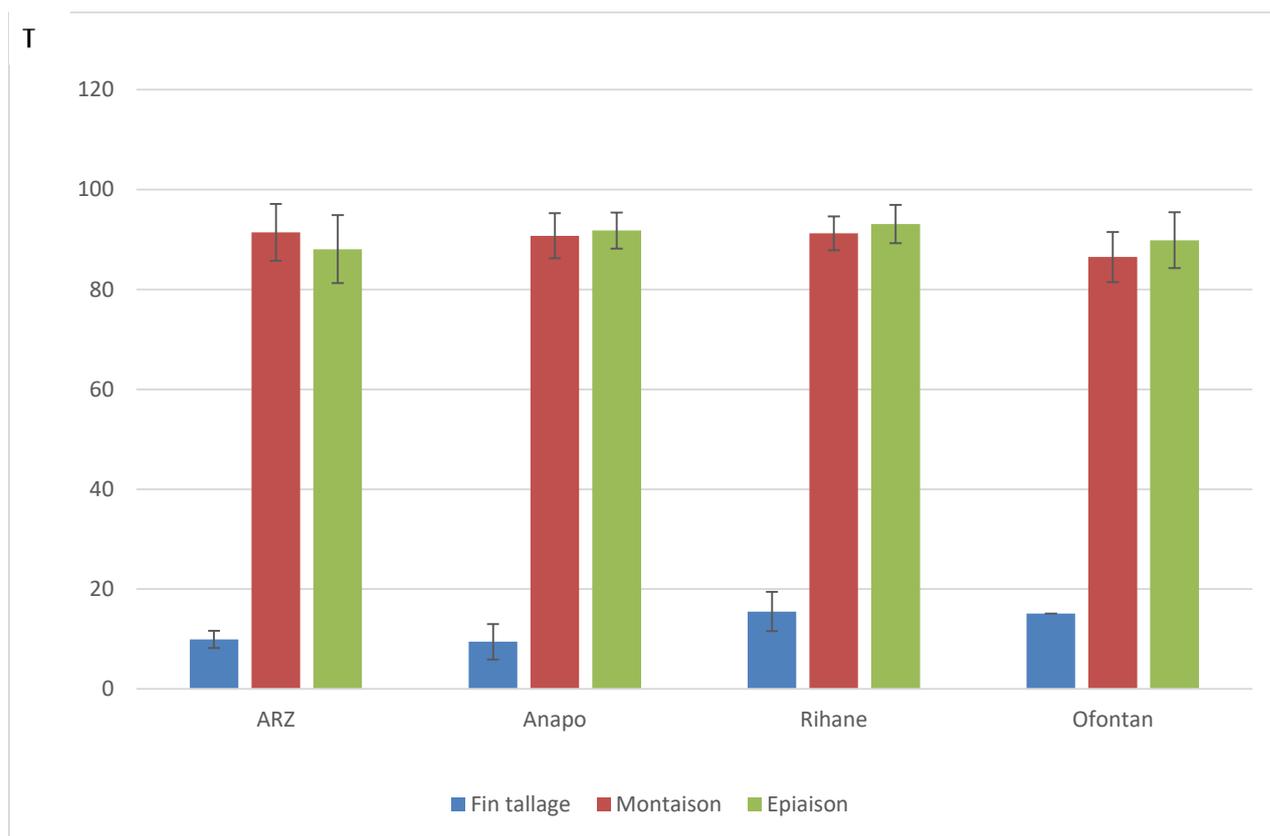


Figure 40: Taux d'infection des variétés ARZ, Anapo, Rihane et Ofontan selon les différents stades végétatifs

V.2. Résultats de test sérologique effectué sur les variétés prospectées

27 variétés des espèces céréalières étudiées sur 28 testées ont réagi positivement aux tests ELISA (Tab.14). La densité optique la plus élevée est enregistrée chez la variété Rihane (DO= 0.723) et la densité optique la plus faible a été enregistrée par la variété ARZ (DO= 0.247). Tandis que la variété Avon n'a pas réagi au test sérologique.

Tableau 14 : Résultats des densités optiques obtenus pour des variétés prospectées

Site Variété	.Boukadkir		OuledFares		Tadjna		.El-Karimia		F.M Si Tayeb		F.MBelkhedim		FM Si Mnawer	
	DO	Obs	DO	Obs	DO	Obs	DO	Obs	DO	Obs	DO	Obs	DO	Obs
Ain Abid(blé tendre)	0.250	+									0.260	+		
ARZ(blé tendre)	0.247	+	0.252	+					0.310	+	0.323	+	0.296	+
Rihane (orge)	0.634	+			0.689	+	0.723	+	0.620	+	0.580	+	0.630	+
Simito(blé tendre)	0.278	+			0.320	+	0.255	+	0.263	+	0.320	+		
Acsad (blé dur)											0.249	+		
Anapo (blé tendre)											0.255	+	0.310	+
Ofanto(blé dur)			0.343	+	0.267	+	0.312	+					0.286	+
Saida (orge)			0.560	+			0.630	+						
Avon (avoine)									0.122	-				
T ⁺	3,403													
T ⁻	0,079													

Discussion

Les différentes prospections réalisées dans les différentes parcelles céréalières ont révélé la présence des symptômes typiques du *BSMV*. Ces symptômes se caractérisent par des taches blanchâtres, verdâtres, jaunâtres et des stries marron. Les mêmes symptômes ont été décrits par Cornuet en 1959, Jackson et Lane en 1981 et Brunt et al en 1997.

Les symptômes du virus *BSMV* étaient plus importants chez l'orge par rapport au blé dur et au blé tendre. Sur l'avoine, les symptômes étaient moins importants en comparaison avec les autres espèces ceci est peut-être dû aux attaques de d'autres bioagresseurs. Toutefois, on suppose que la variation de couleur des taches sur feuillage est probablement due à la présence de différentes souches de virus (Atabekov et Novikov, 1971).

L'analyse statistique a mis en évidence des taux d'infection très proches dans les sept sites prospectés, ceci s'explique par le fait que l'ensemble des parcelles prospectées se trouvent dans la même région et sous les mêmes conditions climatiques. L'infection des

plantes par le *BSMV* et l'apparition des symptômes sont tributaires d'une température \geq à 20 C° et à la présence de plusieurs souches du virus (Carroll, 1980).

L'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les facteurs à savoir la variété et stade de développement (annexe 4). Les symptômes du *BSMV* étaient très importants au stade épiaison et modérés au stade fin tallage. Ce résultat confirme que le stade épiaison est le stade végétatif le plus sensible aux attaques de *BSMV*. Effectivement, le même résultat a été rapporté par Carroll en 1980, où le stade épiaison correspond à une infection virale importante des plantes et une expression des symptômes caractéristiques du virus.

Selon l'analyse statistique, l'orge est la céréale la plus touchée par les symptômes du virus suivie par le blé dur et enfin le blé tendre. Les variétés testées ont réagi différemment à l'attaque du *BSMV* avec différents taux d'infection. Ce résultat ne permet pas de considérer les variétés analysées sensibles ou tolérantes vis-à-vis du *BSMV*, seules des études plus approfondies peuvent le confirmer. Cependant, Ces variations peuvent être expliquées par la présence de plusieurs souches de virus.

Les différentes variétés des céréales étudiées ont réagi positivement au test TAS-ELISA et les symptômes de *BSMV* observés sur terrain ont été confirmés. Aussi, la sensibilité de l'orge à l'attaque de ce virus suivi par le blé dur et le blé tendre a été bien confirmée. Cependant, il est à signaler que ce dernier est l'espèce la moins touchée.

Selon les résultats obtenus ; il s'avère que l'orge est l'hôte principal du *BSMV* où les symptômes sont les plus caractéristiques et les plus importants (Slack *et al.*, 1975). La réaction négative de l'avoine indique que cette espèce est moins sensible à l'attaque de ce virus (Cheiko, 1954).

V.3. Résultats de test d'identification du *BSMV* dans la semence

Les résultats du test sérologique pour l'identification du *BSMV* dans la semence ont mis en évidence la sensibilité de quatre variétés au virus. Les valeurs moyennes des DO étaient entre 0,263 et 0,865. Les variétés Rihane et Simito ont montré les valeurs de DO les plus élevées (Tab 15)

Tableau 15 : Résultats des DO obtenus après le test sérologique sur semence

N=°	Variétés	DO	Observation
1	Rihane	0,710	+
2	Simito	0,856	+
3	Ain Abid	0,264	+
4	Anapo	0,138	-
5	ARZ	0,263	+
6	Témoin positif	3,403	+
7	Témoin négatif	0,079	-

V.4. Résultats de test de l'inoculation mécanique

Après quatre semaines d'inoculation des plantes de tomate par le virus de *BSMV*, des symptômes de lésions locales et nécrotiques ont été extériorisés sur feuillage. L'apparition des taches blanchâtres ont été observées sur les plantes de l'orge et qui ont évolué par la suite en stries marron. Les observations ont également permis de remarquer l'apparition d'un jaunissement systémique sur les feuilles (Fig.41). Le test TAS-ELISA effectué sur les plantes inoculées mécaniquement a révélé la présence du *BSMV* sur 30 échantillons de la tomate et 37 échantillons de l'orge.les valeurs de DO ont varié entre 0,260- 0,290 et 0,351 - 0,475 respectivement (Tab 16) .



Figure 41: Symptômes des lésions locales sur tomate

Tableau 16 : Résultats des DO obtenus après le test de l'inoculation mécanique

Variété RIO GRAND						Variété Rihane					
E	DO	O	E	DO	O	E	DO	O	E	DO	O
1	0,290	+	21	0,120	-	1	0,471	+	21	0,450	+
2	0,060	-	22	0,280	+	2	0,475	+	22	0,115	-
3	0,060	-	23	0,280	+	3	0,351	+	23	0,471	+
4	0,080	+	24	0,230	-	4	0,431	+	24	0,475	+
5	0,270	+	25	0,270	+	5	0,442	+	25	0,351	+
6	0,120	-	26	0,270	+	6	0,414	+	26	0,431	+
7	0,280	+	27	0,260	+	7	0,392	+	27	0,442	+
8	0,260	+	28	0,270	+	8	0,395	+	28	0,414	+
9	0,080	-	29	0,270	+	9	0,400	+	29	0,392	+
10	0,260	+	30	0,280	+	10	0,421	+	30	0,395	+
11	0,120	-	31	0,260	+	11	0,465	+	31	0,400	+
12	0,120	-	32	0,290	+	12	0,410	+	32	0,421	+
13	0,270	+	33	0,260	+	13	0,380	+	33	0,465	+
14	0,270	+	34	0,290	+	14	0,393	+	34	0,410	+
15	0,060	-	35	0,270	+	15	0,435	+	35	0,380	+
16	0,290	+	36	0,270	+	16	0,441	+	36	0,393	+
17	0,290	+	37	0,280	+	17	0,412	+	37	0,435	+
18	0,280	+	38	0,280	+	18	0,415	+	38	0,441	+
19	0,280	+	39	0,290	+	19	0,220	-	39	0,412	+
20	0,270	+	40	0,060	-	20	0,200	-	40	0,415	+
T+	3.403		T1	0.122	-				T1	0,130	-
T-	0.079		T2	0.202	-				T2	0.190	-

E : échantillon, DO : densité optique, O : observation, C⁺: Témoin positif, C⁻: Témoin négatif.T1 et T2 : Témoin sain

V.5. Résultat de test de transmission par semence

30 jours après la réalisation du test de transmission sur semences, l'apparition des symptômes a été observée qui a débuté par une décoloration des feuilles suivi par un jaunissement diffusé qui a progressé de la base vers le sommet de la feuille (Fig.42). Une faible croissance végétative a été remarquée également. Pour le test sérologique effectué sur les cents échantillons issus du test de transmission par semence ,77 échantillons ont réagi positivement et les valeurs des DO enregistrées varient entre 0,160 et 0,807 (Tab 17)



Figure 42:apparition des taches jaunâtre sur feuilles d'orges

Tableau 17 : Résultats des DO obtenus après le test de transmission par semence

Variété Rihane											
E	DO	O	E	DO	O	E	DO	O	E	DO	O
1	0,160	+	29	0,226	+	57	0,225	+	85	0,356	+
2	0,134	-	30	0,254	+	58	0,161	+	86	0,238	+
3	0,117	-	31	0,179	+	59	0,117	-	87	0,172	+
4	0,119	-	32	0,228	+	60	0,243	+	88	0,257	-
5	0,242	+	33	0,325	+	61	0,375	+	89	0,120	+
6	0,203	+	34	0,213	+	62	0,243	+	90	0,162	+
7	0,266	+	35	0,319	+	63	0,312	+	91	0,306	-
8	0,278	+	36	0,184	+	64	0,346	+	92	0,150	-
9	0,281	+	37	0,236	+	65	0,176	+	93	0,099	+
10	0,132	-	38	0,184	+	66	0,501	+	94	0,293	-
11	0,213	+	39	0,198	+	67	0,303	+	95	0,134	-
12	0,045	-	40	0,123	-	68	0,239	+	96	0,102	+
13	0,172	+	41	0,247	+	69	0,305	+	97	0,438	+
14	0,197	+	42	0,807	+	70	0,395	+	98	0,376	+
15	0,225	+	43	0,665	+	71	0,338	+	99	0,376	-
16	0,107	-	44	0,203	+	72	0,321	+	100	0,127	
17	0,120	-	45	0,097	-	73	0,110	-	T ⁺	3.403	
18	0,251	+	46	0,161	+	74	0,334	+	T ⁻	0.079	
19	0,468	+	47	0,117	-	75	0,254	+			
20	0,122	-	48	0,243	+	76	0,253	+			
21	0,313	+	49	0,350	+	77	0,190	+			
22	0,186	+	50	0,343	+	78	0,092	-			
23	0,253	+	51	0,312	+	79	0,088	-			
24	0,165	+	52	0,346	+	80	0,110	-			
25	0,135	-	53	0,176	+	81	0,341	+			
26	0,175	+	54	0,189	+	82	0,314	+			
27	0,203	+	55	0,329	+	83	0,558	+			
28	0,233	+	56	0,163		84	0,315	+			

E : échantillon, DO : densité optique, O : observation, T⁺: Témoin positif, T⁻: Témoin négatif

Discussion.

Lors de notre investigation, l'identification biologique de *BMSV* a confirmé la transmission efficace de ce virus par la semence. Les symptômes typiques du virus ont été observés sur les plantes indicatrices également..

Sur la variété Rihane le passage efficace du *BSMV* dans les plantes inoculées a été observé suite à l'apparition des taches de différentes couleurs ce qui nous amène à penser que l'infection est due à plusieurs souches virales. La phase chronique est apparue lorsque l'infection est devenue systémique et où les feuilles sont devenues toutes jaunes, semblables à la description de l'évolution des symptômes de cette maladie rapportée par plusieurs auteurs (Atabekov et Novikov 1971 ; Phatak, 1974 ; Brunt et *al.*, 1997 ; Wiese , 1998).

Une réaction d'hypersensibilité a été observée sur des plantes inoculées et les symptômes de lésions locales et nécroses ont été extériorisés .Ce constat confirme l'efficacité des espèces de la famille des Solanacées à l'inoculation mécanique et à la mise en évidence du pouvoir pathogène des phytovirus (Yu et *al.*, 1980; Jackson et Lane, 1981).

Les Symptômes observés sur champs ont été confirmés par le test de transmission par semence. Les mêmes résultats ont été rapportés par YU et *al* en 1980 et qui confirment que la semence est le moyen le plus efficace dans la transmission de ce virus. Les semences de la variété Anapo ont réagi négativement au test sérologique malgré la réaction positive des échantillons collectés lors des prospections, on suppose que ceci soit peut-être dû à la faible concentration du virus voir absente dans les semences testées. Les résultats obtenus ne sont pas à négliger du fait que la présence de *BSMV* dans les graines constitue une source d'inoculum qui pourrait ultérieurement engendrer des infections importantes par simple contact entre feuilles infectées et feuille saines.

V.6. Résultats de l'étude épidémiologique

Lors de l'étude épidémiologique, au stade montaison, des symptômes de tâches de couleur marron plus ou moins foncé ont été observés sur la variété Rihane. Sur la variété Acsad, ces tâches étaient moins fréquentes. Au stade épiaison, les symptômes de *BSMV* étaient très caractéristiques sur l'orge où on assisté au développement de longues stries marron foncé qui remontent progressivement vers le sommet des feuilles. Sur le blé dur, des symptômes de stries marron plus ou moins longues ont été observés.

Durant la période mi-Avril / mi-Mai, on a constaté que sur 218 échantillons de la variété Rihane symptomatiques au virus *BSMV*, 105 échantillons ont réagi positivement avec une incidence de 48.16%. Pour la variété Acsad, sur 188 plants symptomatiques 73 échantillons étaient positifs et une incidence de 38.82%. De la mi-mai à la mi-juin, sur 350 échantillons symptomatiques de la variété Rihane, 216 échantillons ont réagi positivement et une incidence de 61.71%. Pour la variété Acsad, sur 268 échantillons symptomatiques, 122 se sont montré malade avec un pourcentage de 45.52% (Tab.18) (Fig.43, 44 et 45).

Tableau 18 : Résultats de l'incidence de la maladie de la mosaïque striée obtenus après l'étude épidémiologique

Periode	Variété semaine	Rihane				Acsad				
		Nbr de plts prélevées	Nbr de plts avec symptômes de <i>BSMV</i>	Nbr de plts malades	Incidence (%)	Nbr de plts prélevées	Nbr de plts avec symptômes de <i>BSMV</i>	Nbr de plts malades	Incidence (%)	
Du 15 Avril au 15 Mai										
	S1	100	45	20	44.4	100	40	13	32.5%	
	S2	100	48	22	45.83	100	44	15	34.09	
	S3	100	60	30	50	100	50	20	40%	
	S4	100	65	33	50.7	100	54	25	40.29%	
					MI=48.16					MI=38.82
Du 15 Mai au 15 Juin	S1	100	80	48	60%	100	58	20	34.48%	
	S2	100	85	52	61.17	100	68	30	44.11%	
	S3	100	90	56	62.22%	100	70	32	45.71%	
	S4	100	95	60	63.15%	100	72	40	55.55%	
					MI=61.71					MI=45.52

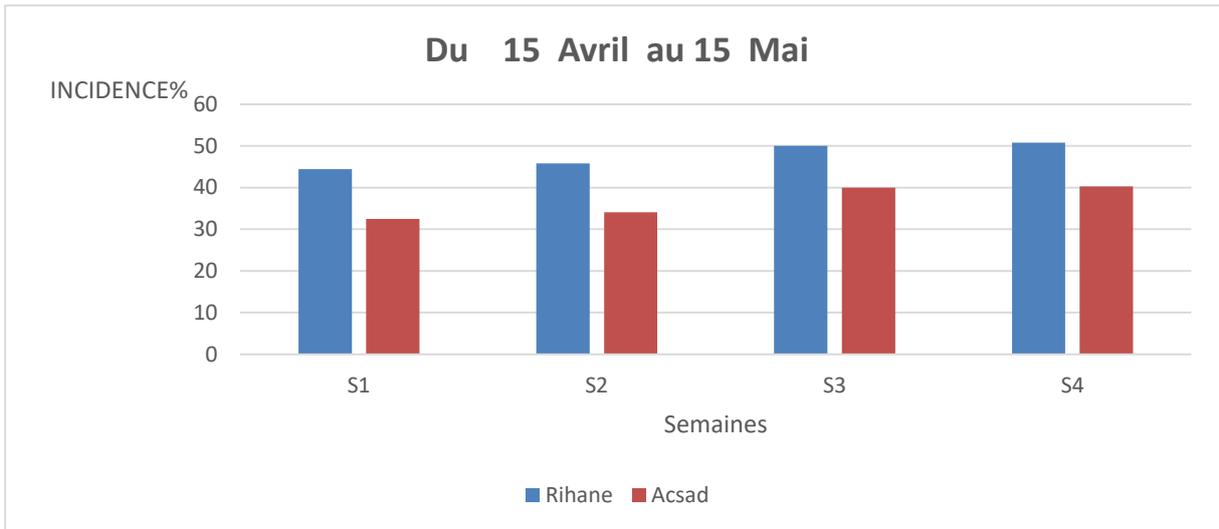


Figure 43: Incidence de la mosaïque striée de l’orge pendant la période du 15 Avril au 15 Mai

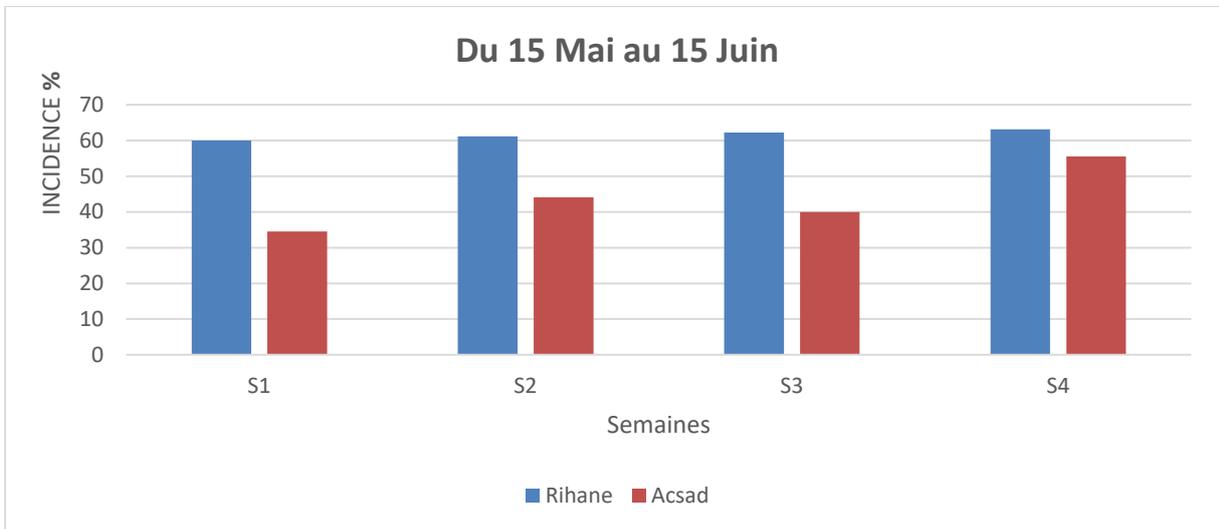


Figure 44 : Incidence de la mosaïque striée de l’orge pendant la période du 15 Mai au 15 Juin

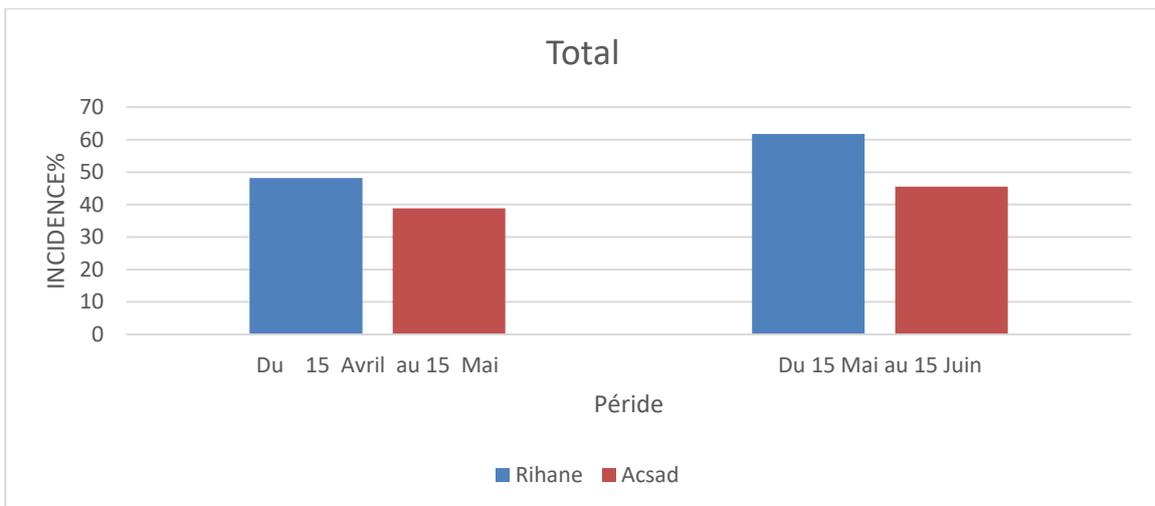


Figure 45: Comparaison entre les valeurs de l’incidence de la mosaïque striée obtenus pour les deux variétés étudiées (Rihane et Acsad)

Discussion

L'étude épidémiologique de virus de *BMSV* a permis de suivre l'évolution de la mosaïque striée sur deux variétés de céréale à savoir Rihane et Acsad . Les symptômes observés étaient des tâches blanchâtres qui ont évoluées en stries marron. Ces symptômes sont semblables à ceux décrits par Cornuet en 1959, Jachson et Lane en 1982 et Brunt et *al* en 1997.

Durant cette étude, les deux variétés étudiées ont extériorisé les symptômes de la mosaïque striée. La variété Rihane s'est montré la plus sensible au *BMSV* ou nous avons enregistré les valeurs de l'incidence les plus élevées.

La plus importante incidence de la maladie a été enregistrée durant la période mi-Mai /mi-Juin, cette période correspond au stade épiaison. Carroll en 1980 a mentionné dans ces travaux l'influence du temps de l'infection des plantes de l'orge par le *BMSV* sur l'apparition des symptômes. Ces travaux ont montré que la réduction des pertes due au virus était importante sur les plantes infectées après le stade épiaison.

Concernant la source de l'inoculum primaire et selon les travaux de Platz et Persley en 2009, lors de notre investigation, l'incidence de la maladie obtenus mènent à dire que soit les parcelles étudiées sont le premier site de l'introduction du virus et dans ce cas le virus a été introduit dans les semences, soit des semences infectées peuvent avoir été introduites au cours de l'année précédente et le virus s'est propagé jusqu'à l'année en cours dans les semences infectées. L'hypothèse que le virus a été propagé dans les deux parcelles par transmission mécanique est fort probable.

Conclusion et perspectives

Lors de la présente investigation, le Barley Stripe Mosaic Virus (*BSMV*) a été détecté dans les sept sites céréaliers prospectés à travers les communes de Boukadir, Ouled Fares, Tadjna, El Karimia, Sobha Abou El Hacene et la localité de Kaloul.

Les symptômes observés se caractérisent par des taches blanchâtres, verdâtres, jaunâtres et des stries marron. Cependant, les plus typiques du virus ont été observés sur l'orge, alors que les autres espèces céréalières ont répondu différemment à l'attaque du *BSMV*. Sur les variétés de blé dur les symptômes étaient plus importants en comparaison avec ceux des variétés de blé tendre tandis que l'avoine a extériorisé peu de symptômes. La variation de couleur des taches sur feuillage est probablement due à la présence de différentes souches de virus. Sur l'avoine, les symptômes étaient moins importants ceci est peut-être le résultat de l'attaques de d'autres bioagresseurs.

L'étude statistique a révélé des taux d'infection très proches dans les sept sites prospectés. Ces derniers se trouvent dans la même région et sous les mêmes conditions climatiques. Il est à signaler que l'infection de plantes par le *BSMV* et l'apparition des symptômes sont sous l'influence d'une température ≥ 20 C° et à la présence de plusieurs souches du virus.

L'analyse de la variance a mis en évidence une différence significative entre les facteurs étudiés particulièrement la variété et le stade de développement. Au stade épiaison les symptômes étaient plus importants et modérés au stade fin tallage. Ce constat confirme la sensibilité du stade épiaison aux attaques de *BSMV*.

L'étude statistique a montré que l'orge est la céréale la plus touchée par les symptômes où l'analyse de la variance a permis d'enregistrer un taux d'infection de 64% suivi par le blé (63.29%) et enfin le blé tendre avec un taux de 53.81%.

Les différentes variétés des céréales étudiées ont réagi positivement au test TAS ELISA. La variété Rihane de l'orge a révélé la densité optique la plus élevée (0.723) et la variété ARZ de blé tendre la densité optique la plus faible (0.247). Ce résultat confirme les symptômes de *BSMV* observés sur terrain ainsi que la sensibilité de l'orge vis-vis de virus suivi par le blé dur et le blé tendre. L'orge étant l'hôte principal du *BMSV* a été mis en évidence par le test sérologique et la réaction négative de l'avoine (DO= 0.267) indique que cette espèce est moins sensible à l'attaque du virus.

La transmission du *BSMV* par la semence a été prouvée par le test de transmission biologique et le test de l'identification dans la graine. Le taux de transmission biologique de *BSMV* via la semence était 77%. Les résultats sérologiques obtenus ont montré que le virus est présent dans quatre variétés sur cinq testées et les valeurs des DO étaient comprises entre 0.263 et 0.865. Ces tests ont confirmé la transmission de ce virus par la semence ainsi que l'efficacité de la transmission du virus par les semences. Ces dernières constituent une vraie source d'inoculum en absence de moyens d'éradication de ce pathogène.

L'étude de pouvoir pathogène de *BSMV* a montré que les symptômes observés sur orge sont pareils à ceux observés lors des prospections sur terrain et qui ont été confirmés par le test sérologique où 85% de plantes de la variété Rihane inoculées mécaniquement ont réagi positivement à la TAS-ELISA.

La variété Rio Grand de la tomate a extériorisé des lésions locales lors de la transmission mécanique du virus et 77% des plantes inoculées ont répondu positivement au test sérologique. Ces résultats ont confirmé l'efficacité des espèces de la famille des Solanacées dans la mise en évidence du pouvoir pathogène des phytovirus en particulier le *BSMV*.

Durant l'étude épidémiologique les deux variétés étudiées Rihane et Acsad ont extériorisées les symptômes de la mosaïque striée. La variété Rihane s'est montrée la plus sensible au *BSMV* et les moyennes de l'incidence de la maladie enregistrées durant les deux périodes d'études (mi Avril/mi Mai et mi Mai/mi Juin) étaient respectivement 84.16% et 61.71%. L'étude épidémiologique a révélé également que la plus importante incidence de la maladie pour les deux variétés étudiées a été enregistrée durant la période mi-mai /mi-juin et les valeurs calculées étaient 45.52% pour la variété Acsad et 61.71% pour la variété Rihane. La période de mi Mai/mi Juin coïncide avec le stade épiaison, le stade qui correspond aux réductions des pertes les plus importantes des plantes infectées par le *BSMV*.

L'enquête menée pour la détection et l'identification de *BSMV* a révélée la présence de ce virus dans la zone d'étude à savoir les sept sites prospectés. Le travail réalisé mérite d'être poursuivi par d'autres études plus approfondies pour confirmer les résultats obtenus en l'occurrence : 1) la présence de différentes souches de virus ; 2) la sensibilité des trois céréales (orge, blé dur et blé tendre) au *BSMV* ; 3) l'effet de stade phénologique de la plante sur l'apparition et l'évolution des symptômes ; 4) L'importance de la semence infectée comme moyen efficace dans la transmission de *BSMV* d'une génération à une autre ; 5) et

semences infectées comme source d'inoculum toujours existant au niveau des champs céréaliers.

Ces résultats doivent être exploités pour limiter la dissémination de la mosaïque striée dans la région d'étude. Elargir les prospections pour toucher toutes les zones céréalières de la wilaya.

L'analyse de lots de semence provenant des prospections par des tests sérologiques et moléculaires est indispensable. Sachant que le *BSMV* est un virus de quarantaine, ce qui implique la mise en place des mesures stricts de contrôle de la maladie pour limiter la propagation du virus tel que la stérilisation des équipements, la surveillance des zones infestées et la restriction de leurs accès et l'élimination des plantes/semences infectés.

Annexes

Annexe 1 : composition des tampons

- **PBS 1X**

Dissoudre dans 1L d'eau distillée :

NaCl.....	8 g
Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O.....	2,9 g
KH ₂ PO ₄	0,2 g
KCl.....	0,2 g
NaN ₃	0,2 g

Cette solution est à pH=7,4

- **PBST 1X = Tampon de Lavage 1X**

A 1 litre de PBS, ajouter :

Tween20.....	0,5 ml
--------------	--------

Cette solution est à pH = 7,4

- **Tampon d'extraction général 1X**

A 1 litre de PBS, ajouter

PVP (Mw 10,000-40,000).....	10g
Tween20.....	0,5 ml

Cette solution est à pH = 7,3

- **Tampon Coating 1X**

Dissoudre dans 1 litre d'eau distillée :

Na ₂ CO ₃	1,59 g
NaHCO ₃	2,93 g
NaN ₃	0,2 g
Pourpre de bromocresol.....	5 mg

Cette solution est à pH = 9,6

- **Tampon Conjugué 1X**

A 1 litre de PBST, ajouter :

BSA..... 2 g

Rouge Congo..... 40mg

Cette solution est à pH = 7,4

- **Tampon Substrat (pNPP) 1X**

Dissoudre dans 1 litre d'eau distillée :

Diéthanolamine..... 97ml

NaN₃..... 0,2 g

Ajuster le pH a 9,8 avec HCl

Annexe 2 : Dispositifs du protocole ELISA**Dispositif 1 : Test sérologique des variétés prospectées**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Substrat	TP	1	4	7	10	13	16	19	22	25		
B	Substrat	TP	1	4	7	10	13	16	19	22	25		
C	Substrat	T ⁺	2	5	8	11	14	17	20	23	26		
D	Substrat	T ⁺	2	5	8	11	14	17	20	23	26		
E	Substrat	T ⁻	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
F	Substrat	T ⁻	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
G	Substrat	28 28											
H													

Dispositif 2 : Test sérologique appliqué aux échantillons issus de l'essai de transmission par semence

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Substrat	TP	1	4	7	10	13	16	19	22	25		
B	Substrat	TP	1	4	7	10	13	16	19	22	25		
C	Substrat	T ⁺	2	5	8	11	14	17	20	23	26		
D	Substrat	T ⁺	2	5	8	11	14	17	20	23	26		
E	Substrat	T ⁻	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
F	Substrat	T ⁻	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
G	Substrat	28 28	29 29	30 30	31 31	32 32	33 33	34 34	35 35	36 36	37 37		
H													

Dispositif 3 : Test sérologique appliqué aux échantillons : IS : essai de l'identification de BSMV dans la semence, IN : essai de l'inoculation mécanique

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Substrat	E1	1 IS	4IS	7 IN	10 IN	13 IN	16 IN	19 IN	22 IN	25 IN		
B	Substrat	E1	1IS	4IS	7 IN	10 IN	13 IN	16 IN	19 IN	22 IN	25 IN		
C	Substrat	E2	2IS	5IS	8 IN	11 IN	14 IN	17 IN	20 IN	23 IN	26 IN		
D	Substrat	E2	2IS	5IS	8 IN	11 IN	14 IN	17 IN	20 IN	23 IN	26 IN		
E	Substrat	T ⁺	3IS	6 IN	9 IN	12 IN	15 IN	18 IN	21 IN	24 IN	27 IN		
F	Substrat	T ⁺	3IS	6 IN	9 IN	12 IN	15 IN	18 IN	21 IN	24 IN	27 IN		
G	Substrat	T ⁻	28 IN	29 IN	30 IN	31 IN	32 IN	33 IN	34 IN	35 IN	36 IN		
		T ⁻	28 IN	29 IN	30 IN	31 IN	32 IN	33 IN	34 IN	35 IN	36 IN		
H													

Annexe 3 : Résultats des taux d'infection

Tableau 1 : taux d'infection calculé au niveau de site 1 : Boukadir

Céréale	Variété	SD	Nbr de fois	TI(%)	M TI(%)	
Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	1	10.83	9.34	
			2	6.14		
			3	11.32		
			4	9.09		
		Montaison	1	52.56	53.14	
			2	48.82		
			3	56.44		
			4	54.71		
		Epiaison	1	82.84	86.79	
			2	74.74		
			3	93.86		
			4	95.69		
	Simito	Fin tallage	1	10.44	8.88	
			2	5.21		
			3	12.38		
			4	7.5		
		Montaison	1	85.47	89.64	
			2	89.51		
			3	89.19		
			4	94.38		
Epiaison	1	91.72	87.87			
	2	82.98				
	3	87.39				
	4	89.38				
Triticum aestivum	Ain Abid	Fin tallage	1	21.62	17.85	
			2	17.5		
			3	11.50		
			4	20.8		
		Montaison	1	55.40	57.30	
			2	60.66		
			3	54.69		
			4	58.42		
		Epiaison	1	68.53	71.83	
			2	72.67		
			3	70.39		
			4	75.74		
	Hordeum vulgare	Rihane	Fin tallage	1	20.35	13.67
				2	13.46	
				3	7.86	
				4	13.00	
			Montaison	1	85.47	86.35
				2	86.95	
				3	88.88	
				4	84.08	
Epiaison	1	87.71	92			
	2	92.83				
	3	94.80				
	4	92.66				

Tableau 2 : Taux d'infection calculé au niveau de site 2 : Ouled Fares

Céréale	Variété	SD	NF	TI(%)	M TI(%)
Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	1	8.33	10.42
			2	11.407	
			3	12.96	
			4	9.0	
		Montaison	1	52.27	62.35
			2	60.17	
			3	69.40	
			4	67.55	
		Epiaison	1	94.60	92.22
			2	83.33	
			3	97.78	
			4	93.16	
Triticum durum	Ofanton	Fin tallage	1	8.52	9.34
			2	7.27	
			3	13.39	
			4	8.19	
		Montaison	1	93.87	89.50
			2	83.00	
			3	87.14	
			4	93.98	
		Epiaison	1	82.58	84.65
			2	80.72	
			3	84.38	
			4	90.90	
Hordeum vulgare	Saida	Fin tallage	1	10	13.58
			2	14.91	
			3	12.19	
			4	17.24	
		Montaison	1	75.18	87.68
			2	92.08	
			3	92.04	
			4	91.40	
		Epiaison	1	96.33	94.66
			2	93.75	
			3	92.64	
			4	95.93	

Tableau 3 : Taux d'infection calcule dans le site 3 : Tadjna

Céréale	Variété	SD	NF	TI(%)	M TI(%)
Triticum aestivum	Simito	Fin tallage	1	3.27	7.86
			2	9.09	
			3	11	
			4	8.08	
		Montaison	1	44.64	55.12
			2	47.00	
			3	72	
			4	56.86	
		Epiaison	1	70.96	83.77
			2	80.21	
			3	94.23	
			4	92.35	
Triticum durum	Ofanton	Fin tallage	1	9.09	9.19
			2	5	
			3	12.87	
			4	9.82	
		Epiaison	1	95.70	93.42
			2	92.72	
			3	95.29	
			4	89.95	
		Montaison	1	88.07	89.42
			2	83.76	
			3	98.73	
			4	87.10	
Hordeum vulgare	Rihane	Fin tallage	1	5.33	8.91
			2	8.94	
			3	8.33	
			4	13.04	
		Epiaison	1	85.71	90.80
			2	90.37	
			3	89.92	
			4	97.2	
		Montaison	1	92.33	87.33
			2	84.72	
			3	76.29	
			4	96	

Tableau 4 : Taux d'infection calculé dans le site 4 : El Karimia

Céréale	Variété	SD	NF	TI(%)	TI(%)Total
Triticum aestivum	Simito	Fin tallage	1	5.21	9.355
			2	8.1	
			3	10	
			4	14.11	
		Montaison	1	32.6	43.10
			2	37.39	
			3	57.14	
			4	45.28	
	Epiaison	1	66.66	83.04	
		2	83.64		
		3	91.25		
		4	90.06		
Triticum durum	Ofanton	Fin tallage	1	7.94	11.83
			2	20	
			3	10.9	
			4	8.49	
		Epiaison	1	85.47	88.2625
			2	89.91	
			3	93.06	
			4	84.61	
	Montaison	1	96	87.0675	
		2	79.63		
		3	96.52		
		4	76.12		
Hordeum vulgare	Rihane	Fin tallage	1	5.61	8.79
			2	8.33	
			3	9.44	
			4	11.81	
		Montaison	1	91.76	93.81
			2	94.98	
			3	94.4	
			4	94.11	
	Epiaison	1	95.68	95.84	
		2	93.75		
		3	96.98		
		4	96.96		
Hordeum vulgare	Saida	Fin tallage	1	7.27	9.57
			2	6.25	
			3	10	
			4	14.77	
		Montaison	1	95.83	88.20
			2	87.82	
			3	78.43	
			4	90.74	
		Epiaison	1	99.02	95
			2	88.76	
			3	94.22	
			4	98	

Tableau 5 : Taux d'infection calculé dans le site 5 : Ferme pilote Si Tayeb

Céréale	Variété	SD	NF	TI(%)	TI(%)Total		
Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	1	18	18.86		
			2	18.56			
			3	19.05			
			4	19.84			
		Montaison	1	38.56	39.23		
			2	39.20			
			3	39.80			
			4	39.36			
		épiaison	1	76.40	76.47		
			2	77.12			
			3	76.20			
			4	76.18			
	Simito	Fin tallage	1	12.5	16.41		
			4	14.78			
			3	21.81			
			4	16.54			
		Montaison	1	39.215	41.72		
			2	42.56			
			3	43.63			
			4	41.49			
Épiaison		1	74.76	78.70			
		2	83.43				
		3	70				
		4	86.60				
	Rihane	Fin tallage	1	18.50	18.39		
			2	18.67			
			3	18.94			
			4	17.47			
		Montaison	1	57.10	57.73		
			2	57.90			
			3	57.95			
			4	57.98			
		Épiaison	1	93.30	90.75		
			2	90.60			
			3	86.10			
			4	93.03			
			Avon	Fin tallage	1	2	2.27
					2	3.33	
					3	1.68	
					4	2.10	
Montaison	1			6.62	3.69		
	2			2.55			
	3			2.69			
	4			2.90			
Épiaison	1			3.08	4.65		
	2			4.14			
	3			6.94			
	4			4.45			

Tableau 6 : Taux d'infection calculé dans le site 6 : Ferme pilote Belkhedim

Céréale	Variété	SD	NF	TI(%)	TI(%)Total
Triticum aestivum	Ain Abid	Fin tallage	1	17	17.05
			2	17.10	
			3	17.04	
			4	17.05	
		Montaison	1	58.50	59.35
			2	59.83	
			3	59.45	
			4	59.65	
		Epiaison	1	71.96	71.97
			2	72.99	
			3	70.97	
			4	71.95	
	RZ	Fin tallage	1	8.33	9.47
			2	11.76	
			3	8.98	
			4	10.57	
		Montaison	1	81.63	89.45
			2	84.17	
			3	96.15	
			4	95.84	
		Epiaison	1	95.69	93.34
			2	94.37	
			3	87.67	
			4	95.65	
	Simito	Fin tallage	1	18.5	18.05
			2	18.45	
			3	17.54	
			4	17.72	
Montaison		1	40.39	40.59	
		2	41.80		
		3	39.58		
		4	40.65		
Epiaison		1	86.67	87	
		2	86.57		
		3	87.41		
		4	87.40		

Tableau 6 (suite) : Taux d'infection calculé dans le site 6 : Ferme pilote belkhedim

Céréale	Variété	SD	NF	TI(%)	M TI(%)
Triticum astivum	Anapo	Fin tallage	1	10	9.76
			2	9.65	
			3	9.63	
			4	9.76	
		Montaison	1	88.93	89.17
			2	89.71	
			3	88.27	
			4	89.77	
		Epiaison	1	92.50	92.26
			2	92.38	
			3	92.48	
			4	91.70	
Triticum durum	Acsad	Fin tallage	1	6.41	10.01
			2	8.98	
			3	12.65	
			4	12	
		Montaison	1	82.73	90.61
			2	99.64	
			3	96.55	
			4	83.52	
		Epiaison	1	99.67	94.48
			2	91.75	
			3	92.75	
			4	93.75	

Tableau 7 : Taux d'infection calculé dans le site 7 : Ferme pilote Si Menouar

Céréale	Variété	SD	NF	TI(%)	M TI(%)
Triticum astivum	ARZ	Fin tallage	1	8.08	9.92
			2	9.09	
			3	10.52	
			4	12	
		Montaison	1	92.74	91.44
			2	89.79	
			3	98.46	
			4	84.77	
		Epiaison	1	80.20	88.08
			2	88.58	
			3	96.77	
			4	86.77	
Triticum durum	Anapo	Fin tallage	1	10.52	9.45
			2	4.44	
			3	12.85	
			4	10	
		Montaison	1	86.66	90.74
			2	87.40	
			3	92.70	
			4	96.19	
		Epiaison	1	89	91.79
			2	91.20	
			3	97.	
			4	89.91	
Horduem vulgare	Rihane	Fin tallage	1	12.5	15.51
			2	19.23	
			3	11.76	
			4	18.577	
		Montaison	1	95.65	91.24
			2	89.14	
			3	88.12	
			4	92.06	
		Epiaison	1	87.87	93.11
			2	95.67	
			3	96.21	
			4	92.66	

Annexe 4 : Statistiques descriptives

Région	céréale	variété	Stade		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	
Boukadir	Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	106,00	120,00	112,5000	5,97216	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	7,00	13,00	10,5000	2,64575	
				taux d'infection (pourcentage)	4	6,14	11,32	9,3450	2,34115	
				N valide (liste)	4					
			Montaison	nombre de plantes par m2	4	234,00	287,00	260,5000	21,94691	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	123,00	162,00	138,7500	18,40969	
				taux d'infection (pourcentage)	4	48,83	56,45	53,1400	3,28456	
				N valide (liste)	4					
			Epiaison	nombre de plantes par m2	4	277,00	309,00	296,2500	13,74470	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	222,00	289,00	256,7500	27,43933	
				taux d'infection (pourcentage)	4	74,75	95,70	86,7900	9,82952	
				N valide (liste)	4					
	Simito		ARZ	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	105,00	134,00	118,5000	12,06924
					nombre de plantes à symptômes BSMV	4	6,00	14,00	10,5000	3,69685
					taux d'infection (pourcentage)	4	5,22	12,38	8,8875	3,16305
					N valide (liste)	4				
				Montaison	nombre de plantes par m2	4	234,00	287,00	263,7500	21,96019
					nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	256,00	236,7500	25,55223
					taux d'infection (pourcentage)	4	85,47	94,38	89,6400	3,65454
					N valide (liste)	4				
				Epiaison	nombre de plantes par m2	4	230,00	388,00	307,7500	64,62391
					nombre de plantes à symptômes BSMV	4	201,00	322,00	269,5000	50,25601
					taux d'infection (pourcentage)	4	82,99	91,72	87,8725	3,70485
					N valide (liste)	4				
Ain abid		ARZ	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	111,00	125,00	117,2500	6,44851	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	13,00	26,00	21,0000	5,71548	
				taux d'infection (pourcentage)	4	11,50	21,62	17,8550	4,59566	
				N valide (liste)	4					
			Montaison	nombre de plantes par m2	4	222,00	267,00	243,2500	18,58987	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	123,00	156,00	139,5000	14,20094	
				taux d'infection (pourcentage)	4	54,69	60,67	57,3000	2,76996	
				N valide (liste)	4					
			Epiaison	nombre de plantes par m2	4	304,00	367,00	328,5000	26,96294	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	214,00	278,00	236,5000	28,90790	
				taux d'infection (pourcentage)	4	68,54	75,75	71,8375	3,10749	
				N valide (liste)	4					
Hordeum vulgare		Rihane	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	113,00	178,00	142,5000	29,96109	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	14,00	23,00	18,5000	4,20317	
				taux d'infection (pourcentage)	4	7,87	20,35	13,6725	5,12322	
				N valide (liste)	4					
			Montaison	nombre de plantes par m2	4	234,00	289,00	271,7500	25,85053	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	256,00	234,7500	24,18505	
				taux d'infection (pourcentage)	4	84,08	88,89	86,3500	2,06163	
				N valide (liste)	4					
			Epiaison	nombre de plantes par m2	4	300,00	342,00	322,5000	17,40690	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	278,00	310,00	296,5000	13,40398	
				taux d'infection (pourcentage)	4	87,72	94,80	92,0050	3,01641	
				N valide (liste)	4					
Ouled Fares	Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	108,00	120,00	113,2500	5,12348	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	10,00	14,00	11,7500	2,06155	
				taux d'infection (pourcentage)	4	8,33	12,96	10,4250	2,14228	
				N valide (liste)	4					

		Montaison	nombre de plantes par m2	4	220,00	268,00	244,0000	24,49490	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	115,00	186,00	153,5000	33,65016	
			taux d'infection (pourcentage)	4	52,27	69,40	62,3525	7,81370	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	271,00	322,00	299,0000	23,73464	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	240,00	300,00	275,7500	28,73297	
			taux d'infection (pourcentage)	4	83,33	97,79	92,2225	6,23495	
			N valide (liste)	4					
Hordeum vulgare	Saida	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	114,00	123,00	118,2500	4,03113	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	12,00	20,00	16,0000	3,36650	
			taux d'infection (pourcentage)	4	10,00	17,24	13,5875	3,15621	
			N valide (liste)	4					
	Montaison	nombre de plantes par m2	4	256,00	289,00	272,2500	14,33818		
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	266,00	239,0000	29,23468	
			taux d'infection (pourcentage)	4	75,19	92,09	87,6825	8,33408	
			N valide (liste)	4					
	Epiaison	nombre de plantes par m2	4	300,00	369,00	339,0000	34,47705		
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	289,00	354,00	320,7500	31,17023	
			taux d'infection (pourcentage)	4	92,64	96,33	94,6625	1,76165	
			N valide (liste)	4					
Triticum durum	Ofanton	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	110,00	129,00	118,2500	8,88351	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	8,00	15,00	11,0000	2,94392	
			taux d'infection (pourcentage)	4	7,27	13,39	9,3475	2,74729	
			N valide (liste)	4					
	Montaison	nombre de plantes par m2	4	245,00	280,00	261,0000	15,34058		
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	210,00	250,00	233,5000	17,76701	
			taux d'infection (pourcentage)	4	83,00	93,98	89,5000	5,38747	
			N valide (liste)	4					
	Epiaison	nombre de plantes par m2	4	237,00	384,00	312,5000	60,16921		
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	310,00	264,0000	48,13869	
			taux d'infection (pourcentage)	4	80,73	90,91	84,6525	4,43120	
			N valide (liste)	4					
Tadjna	Triticum aestivum	Simito	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	99,00	122,00	107,7500	10,71992
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	4,00	11,00	8,2500	3,09570
				taux d'infection (pourcentage)	4	3,28	11,00	7,8625	3,28620
				N valide (liste)	4				
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	224,00	255,00	240,7500	14,31491	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	100,00	180,00	133,7500	36,37192
				taux d'infection (pourcentage)	4	44,64	72,00	55,1275	12,43066
				N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	260,00	310,00	289,5000	24,78575	
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	220,00	278,00	241,5000	26,76440
				taux d'infection (pourcentage)	4	70,97	94,23	83,7750	10,34057
				N valide (liste)	4				
Hordeum vulgare	Rihane	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	75,00	123,00	108,2500	22,41093	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	4,00	15,00	10,0000	4,54606	
			taux d'infection (pourcentage)	4	5,33	13,04	8,9100	3,17336	
			N valide (liste)	4					
	Montaison	nombre de plantes par m2	4	275,00	367,00	310,5000	39,46729		
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	233,00	288,00	269,5000	24,77230	
			taux d'infection (pourcentage)	4	76,29	96,00	87,3375	8,73327	
			N valide (liste)	4					
	Epiaison	nombre de plantes par m2	4	250,00	345,00	285,7500	41,21792		
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	210,00	250,00	236,7500	18,09926	
			taux d'infection (pourcentage)	4	60,87	97,20	90,8025	10,16142	
			N valide (liste)	4					
Triticum durum	Ofanton	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	100,00	112,00	105,7500	6,13052	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	5,00	13,00	9,7500	3,40343	
			taux d'infection (pourcentage)	4	5,00	12,87	9,1950	3,24064	
			N valide (liste)	4					
Montaison	nombre de plantes par m2	4	237,00	382,00	294,2500	64,55166			

			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	223,00	320,00	260,7500	43,50766
			taux d'infection (pourcentage)	4	83,77	98,73	89,4225	6,47380
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	220,00	249,00	234,0000	11,86030
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	204,00	224,00	218,5000	9,67815
			taux d'infection (pourcentage)	4	89,96	95,71	93,4250	2,65996
			N valide (liste)	4				
El Karimia	Triticum aestivum	Simito	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	85,00	115,00	102,7500
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	6,00	12,00	9,2500
				taux d'infection (pourcentage)	4	5,22	14,12	9,3625
				N valide (liste)	4			
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	230,00	265,00	244,5000	14,97776
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	75,00	140,00	106,0000	29,45052
			taux d'infection (pourcentage)	4	32,61	57,14	43,1050	10,71631
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	263,00	320,00	288,0000	26,79552
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	290,00	238,7500	37,94184
			taux d'infection (pourcentage)	4	66,67	91,25	83,0475	11,45060
			N valide (liste)	4				
Hordeum vulgare		Rihane	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	89,00	127,00	111,5000
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	5,00	13,00	10,0000
				taux d'infection (pourcentage)	4	5,62	11,82	8,8050
				N valide (liste)	4			
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	243,00	286,00	265,7500	20,15564
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	223,00	270,00	249,5000	22,00757
			taux d'infection (pourcentage)	4	91,77	94,98	93,8200	1,41259
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	288,00	330,00	304,5000	17,93507
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	270,00	320,00	292,0000	20,72036
			taux d'infection (pourcentage)	4	93,75	96,99	95,8475	1,52675
			N valide (liste)	4				
		Saida	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	88,00	114,00	102,7500
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	7,00	13,00	9,5000
				taux d'infection (pourcentage)	4	6,14	14,77	9,5700
				N valide (liste)	4			
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	230,00	270,00	248,7500	17,50000
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	245,00	219,2500	21,96019
			taux d'infection (pourcentage)	4	78,43	95,83	88,2075	7,30885
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	276,00	307,00	290,0000	15,85350
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	245,00	304,00	276,0000	27,65261
			taux d'infection (pourcentage)	4	88,77	99,02	95,0025	4,63974
			N valide (liste)	4				
Triticum durum		Ofanton	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	88,00	113,00	102,7500
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	7,00	20,00	12,2500
				taux d'infection (pourcentage)	4	7,95	20,00	11,9275
				N valide (liste)	4			
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	228,00	260,00	241,7500	14,05643
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	228,00	213,2500	12,99679
			taux d'infection (pourcentage)	4	84,62	93,06	88,2650	3,94952
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	230,00	388,00	301,7500	65,19905
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	220,00	309,00	259,7500	45,56589
			taux d'infection (pourcentage)	4	76,12	96,52	87,0700	10,71066
			N valide (liste)	4				
Ferme pilote ST	Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	100,00	130,00	116,7500
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	13,00	31,00	22,0000
				taux d'infection (pourcentage)	4	10,57	23,85	18,8675
				N valide (liste)	4			
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	260,00	320,00	292,0000	25,67749
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	100,00	125,00	114,5000	10,84743

			taux d'infection (pourcentage)	4	37,29	42,11	39,2300	2,05587	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	278,00	320,00	297,0000	17,77639	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	250,00	227,0000	24,34475	
			taux d'infection (pourcentage)	4	66,67	84,48	76,4750	7,37062	
			N valide (liste)	4					
		Simito	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	110,00	133,00	119,5000	9,88264
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	15,00	24,00	19,5000	4,20317
				taux d'infection (pourcentage)	4	12,50	21,82	16,4100	3,96779
				N valide (liste)	4				
			Montaison	nombre de plantes par m2	4	255,00	314,00	288,0000	24,50850
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	100,00	137,00	120,5000	15,28616
				taux d'infection (pourcentage)	4	39,22	43,63	41,7275	1,88431
				N valide (liste)	4				
			Epiaison	nombre de plantes par m2	4	313,00	340,00	323,5000	11,56143
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	234,00	278,00	254,2500	21,60825
				taux d'infection (pourcentage)	4	70,00	86,60	78,7000	7,66140
				N valide (liste)	4				
Hordeum vulgare	Rihane	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	113,00	140,00	123,5000	11,56143	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	18,00	27,00	22,7500	3,77492	
			taux d'infection (pourcentage)	4	15,00	19,83	18,3975	2,27610	
			N valide (liste)	4					
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	220,00	299,00	257,7500	33,53978	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	100,00	180,00	150,0000	35,59026	
			taux d'infection (pourcentage)	4	45,45	67,42	57,7375	9,26699	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	279,00	320,00	296,5000	17,89786	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	240,00	290,00	269,2500	21,65448	
			taux d'infection (pourcentage)	4	86,02	93,33	90,7525	3,37846	
			N valide (liste)	4					
Avena sativa	Avon	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	100,00	190,00	147,0000	43,77214	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	2,00	4,00	3,2500	,95743	
			taux d'infection (pourcentage)	4	1,69	3,33	2,2825	,72062	
			N valide (liste)	4					
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	181,00	344,00	274,0000	68,50304	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	7,00	12,00	9,2500	2,21736	
			taux d'infection (pourcentage)	4	2,55	6,63	3,6950	1,96227	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	288,00	324,00	310,0000	15,40563	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	10,00	20,00	14,2500	4,19325	
			taux d'infection (pourcentage)	4	3,09	6,94	4,6575	1,63030	
			N valide (liste)	4					
Ferme pilote BK	Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	89,00	120,00	108,2500	14,88568
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	8,00	12,00	10,2500	1,70783
				taux d'infection (pourcentage)	4	8,33	10,58	9,4750	1,00712
				N valide (liste)	4				
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	245,00	289,00	268,0000	19,44222	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	277,00	240,2500	32,17012	
			taux d'infection (pourcentage)	4	81,63	96,15	89,4500	7,63502	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	302,00	365,00	333,0000	27,67671	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	289,00	330,00	310,2500	18,30073	
			taux d'infection (pourcentage)	4	87,67	95,70	93,3500	3,83561	
			N valide (liste)	4					
		Simito	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	100,00	140,00	118,2500	17,28921
				nombre de plantes à symptômes BSMV	4	12,00	27,00	21,0000	6,68331
				taux d'infection (pourcentage)	4	9,76	25,00	18,0575	6,28705
				N valide (liste)	4				
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	240,00	322,00	282,2500	33,62910	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	98,00	130,00	114,5000	13,69915	
			taux d'infection (pourcentage)	4	38,33	42,86	40,5975	1,85888	

			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	245,00	312,00	289,0000	31,12341	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	230,00	288,00	250,7500	27,48788	
			taux d'infection (pourcentage)	4	79,58	93,88	87,0075	7,14269	
			N valide (liste)	4					
	Ain abid	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	90,00	123,00	103,0000	14,07125	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	10,00	22,00	17,5000	5,25991	
			taux d'infection (pourcentage)	4	10,10	22,22	17,0525	5,05435	
			N valide (liste)	4					
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	200,00	255,00	226,2500	22,86737	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	115,00	148,00	134,2500	14,97498	
			taux d'infection (pourcentage)	4	56,47	64,35	59,3525	3,50164	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	300,00	367,00	324,2500	29,64653	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	210,00	267,00	233,5000	24,95997	
			taux d'infection (pourcentage)	4	67,74	74,06	71,9700	2,87048	
			N valide (liste)	4					
	Anapo	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	89,00	100,00	92,0000	5,35413	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	1,00	13,00	8,7500	5,43906	
			taux d'infection (pourcentage)	4	1,00	14,61	9,7625	6,14078	
			N valide (liste)	4					
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	243,00	288,00	261,0000	19,09625	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	210,00	260,00	232,5000	22,17356	
			taux d'infection (pourcentage)	4	81,71	98,77	89,1750	7,29101	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	289,00	320,00	308,5000	13,62596	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	267,00	300,00	284,5000	14,24781	
			taux d'infection (pourcentage)	4	87,50	96,77	92,2600	3,78722	
			N valide (liste)	4					
Hordeum vulgare	Rihane	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	99,00	130,00	116,0000	12,93574	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	10,00	20,00	15,7500	4,34933	
			taux d'infection (pourcentage)	4	10,10	17,39	13,5075	3,30573	
			N valide (liste)	4					
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	240,00	288,00	267,0000	21,50969	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	234,00	280,00	257,5000	19,89137	
			taux d'infection (pourcentage)	4	95,00	97,50	96,4675	1,13823	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	300,00	340,00	313,0000	18,51126	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	300,00	330,00	310,7500	13,50000	
			taux d'infection (pourcentage)	4	97,06	103,33	99,3675	2,80924	
			N valide (liste)	4					
Trticum durum	Acsad	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	78,00	100,00	86,5000	10,27943	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	5,00	12,00	8,7500	2,98608	
			taux d'infection (pourcentage)	4	6,41	12,66	10,0150	2,88576	
			N valide (liste)	4					
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	267,00	290,00	278,5000	9,39858	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	223,00	280,00	252,7500	30,45625	
			taux d'infection (pourcentage)	4	82,73	99,64	90,6100	8,74046	
			N valide (liste)	4					
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	279,00	345,00	313,5000	27,30690	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	256,00	320,00	296,2500	28,05203	
			taux d'infection (pourcentage)	4	91,76	99,68	94,4850	3,55734	
			N valide (liste)	4					
Ferme pilote SM	Triticum aestivum	ARZ	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	88,00	100,00	95,5000	5,44671
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	8,00	12,00	9,5000	1,91485	
			taux d'infection (pourcentage)	4	8,08	12,00	9,9250	1,71006	
			N valide (liste)	4					
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	245,00	289,00	260,5000	20,07486	
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	220,00	256,00	237,7500	15,92430	
			taux d'infection (pourcentage)	4	84,78	98,46	91,4450	5,71593	

		N valide (liste)	4					
	Epiaison	nombre de plantes par m2	4	289,00	389,00	324,5000	44,12482	
		nombre de plantes à symptômes BSMV	4	256,00	312,00	284,2500	26,13267	
		taux d'infection (pourcentage)	4	80,21	96,77	88,0825	6,81711	
		N valide (liste)	4					
	Anapo	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	70,00	100,00	84,0000	13,56466
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	4,00	10,00	7,7500	2,62996
			taux d'infection (pourcentage)	4	4,44	12,86	9,4575	3,56823
			N valide (liste)	4				
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	270,00	289,00	279,2500	10,68878
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	234,00	278,00	253,7500	22,12653
			taux d'infection (pourcentage)	4	86,67	96,19	90,7450	4,51800
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	300,00	367,00	328,5000	31,03224
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	267,00	330,00	301,7500	33,04921
			taux d'infection (pourcentage)	4	89,00	97,06	91,7975	3,62354
			N valide (liste)	4				
Hordeum vulgare	Rihane	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	70,00	102,00	82,5000	13,69915
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	10,00	15,00	12,5000	2,08167
			taux d'infection (pourcentage)	4	11,76	19,23	15,5150	3,92957
			N valide (liste)	4				
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	230,00	290,00	264,0000	26,22975
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	220,00	267,00	240,5000	20,43689
			taux d'infection (pourcentage)	4	88,13	95,65	91,2500	3,37524
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	291,00	330,00	311,2500	18,71497
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	278,00	310,00	289,5000	14,64013
			taux d'infection (pourcentage)	4	87,88	96,22	93,1125	3,82202
			N valide (liste)	4				
Triticum durum	Ofanton	Fin tallage	nombre de plantes par m2	4	70,00	120,00	95,0000	20,81666
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	10,00	17,00	14,2500	2,98608
			taux d'infection (pourcentage)	4	12,50	17,00	15,1150	2,12054
			N valide (liste)	4				
		Montaison	nombre de plantes par m2	4	220,00	276,00	245,0000	23,18045
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	200,00	230,00	211,2500	13,14978
			taux d'infection (pourcentage)	4	81,97	93,18	86,4950	5,03958
			N valide (liste)	4				
		Epiaison	nombre de plantes par m2	4	240,00	390,00	308,0000	61,77378
			nombre de plantes à symptômes BSMV	4	220,00	367,00	277,5000	64,22097
			taux d'infection (pourcentage)	4	81,67	94,10	89,8725	5,57151
			N valide (liste)	4				

Région

Statistiques descriptives

Région		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Boukadir	nombre de plantes par m2	48	105,00	388,00	232,0833	85,35578
	nombre de plantes à symptômes BSMV	48	6,00	322,00	155,7917	111,70782
	taux d'infection (pourcentage)	48	5,22	95,70	56,2246	33,75387
	N valide (liste)	48				
Ouled Fares	nombre de plantes par m2	36	108,00	384,00	230,8333	89,37353
	nombre de plantes à symptômes BSMV	36	8,00	354,00	169,4722	122,20767
	taux d'infection (pourcentage)	36	7,27	97,79	60,4925	36,79652
	N valide (liste)	36				
Tadjna	nombre de plantes par m2	36	75,00	382,00	219,6111	88,41567
	nombre de plantes à symptômes BSMV	36	4,00	320,00	154,3056	112,30210
	taux d'infection (pourcentage)	36	3,28	98,73	57,7386	37,48846
	N valide (liste)	36				
El Karimia	nombre de plantes par m2	48	85,00	388,00	217,0625	85,45134
	nombre de plantes à symptômes BSMV	48	5,00	320,00	157,9583	116,34029
	taux d'infection (pourcentage)	48	5,22	99,02	59,5025	38,28816
	N valide (liste)	48				
Ferme pilote ST	nombre de plantes par m2	48	100,00	344,00	237,1250	84,76516
	nombre de plantes à symptômes BSMV	48	2,00	290,00	102,2083	100,02743
	taux d'infection (pourcentage)	48	1,69	93,33	37,4110	31,02593
	N valide (liste)	48				
Ferme pilote BK	nombre de plantes par m2	72	78,00	367,00	227,1250	93,04912
	nombre de plantes à symptômes BSMV	72	1,00	330,00	166,6528	120,57797
	taux d'infection (pourcentage)	72	1,00	103,33	60,1090	36,61332
	N valide (liste)	72				
Ferme pilote SM	nombre de plantes par m2	48	70,00	390,00	223,1667	101,94791
	nombre de plantes à symptômes BSMV	48	4,00	367,00	178,3542	123,92147
	taux d'infection (pourcentage)	48	4,44	98,46	64,4010	37,35664
	N valide (liste)	48				

Céréale

Statistiques descriptives

Céréale		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Triticum aestivum	nombre de plantes par m2	168	70,00	389,00	226,2024	89,89579
	nombre de plantes à symptômes BSMV	168	1,00	330,00	147,8274	110,21840
	taux d'infection (pourcentage)	168	1,00	98,77	53,8171	33,46765
	N valide (liste)	168				
Hordeum vulgare	nombre de plantes par m2	96	70,00	369,00	230,2292	88,54871
	nombre de plantes à symptômes BSMV	96	4,00	354,00	177,7708	121,89568
	taux d'infection (pourcentage)	96	5,33	103,33	64,0067	37,55875
	N valide (liste)	96				
Triticum durum	nombre de plantes par m2	60	70,00	390,00	219,9000	93,21866
	nombre de plantes à symptômes BSMV	60	5,00	367,00	169,5667	117,95954
	taux d'infection (pourcentage)	60	5,00	99,68	63,2932	37,59511
	N valide (liste)	60				
Avena sativa	nombre de plantes par m2	12	100,00	344,00	243,6667	84,85103
	nombre de plantes à symptômes BSMV	12	2,00	20,00	8,9167	5,33357
	taux d'infection (pourcentage)	12	1,69	6,94	3,5450	1,71886
	N valide (liste)	12				

Variété

Statistiques descriptives

Variété		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
ARZ	nombre de plantes par m2	60	88,00	389,00	228,0667	89,71912
	nombre de plantes à symptômes BSMV	60	7,00	330,00	153,5167	114,30935
	taux d'infection (pourcentage)	60	6,14	98,46	55,3717	35,00292
	N valide (liste)	60				
Simito	nombre de plantes par m2	60	85,00	388,00	225,5833	85,67801
	nombre de plantes à symptômes BSMV	60	4,00	322,00	135,6500	104,24723
	taux d'infection (pourcentage)	60	3,28	94,38	50,0787	32,40014
	N valide (liste)	60				
Ain abid	nombre de plantes par m2	24	90,00	367,00	223,7500	92,70582
	nombre de plantes à symptômes BSMV	24	10,00	278,00	130,3750	91,51660
	taux d'infection (pourcentage)	24	10,10	75,75	49,2279	23,87996
	N valide (liste)	24				
Rihane	nombre de plantes par m2	72	70,00	367,00	230,8056	88,28039
	nombre de plantes à symptômes BSMV	72	4,00	330,00	177,0000	121,14826
	taux d'infection (pourcentage)	72	5,33	103,33	63,7471	37,39440
	N valide (liste)	72				
Ofanton	nombre de plantes par m2	48	70,00	390,00	218,3333	91,06867
	nombre de plantes à symptômes BSMV	48	5,00	367,00	165,4792	114,82271
	taux d'infection (pourcentage)	48	5,00	98,73	62,8573	37,14780
	N valide (liste)	48				
Saida	nombre de plantes par m2	24	88,00	369,00	228,5000	91,23643
	nombre de plantes à symptômes BSMV	24	7,00	354,00	180,0833	126,71979
	taux d'infection (pourcentage)	24	6,14	99,02	64,7854	38,84808
	N valide (liste)	24				
Avon	nombre de plantes par m2	12	100,00	344,00	243,6667	84,85103
	nombre de plantes à symptômes BSMV	12	2,00	20,00	8,9167	5,33357
	taux d'infection (pourcentage)	12	1,69	6,94	3,5450	1,71886
	N valide (liste)	12				
Anapo	nombre de plantes par m2	24	70,00	367,00	225,5417	102,89039
	nombre de plantes à symptômes BSMV	24	1,00	330,00	181,5000	128,30433
	taux d'infection (pourcentage)	24	1,00	98,77	63,8663	39,45388
	N valide (liste)	24				
Acsad	nombre de plantes par m2	12	78,00	345,00	226,1667	105,44696
	nombre de plantes à symptômes BSMV	12	5,00	320,00	185,9167	133,92091
	taux d'infection (pourcentage)	12	6,41	99,68	65,0367	40,99498
	N valide (liste)	12				

Stade

Statistiques descriptives

Stade		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Fin tallage	nombre de plantes par m2	112	70,00	190,00	109,6339	20,08271
	nombre de plantes à symptômes BSMV	112	1,00	31,00	12,9196	6,06145
	taux d'infection (pourcentage)	112	1,00	25,00	11,8783	5,14397
	N valide (liste)	112				
Montaison	nombre de plantes par m2	112	181,00	345,00	261,4732	27,77450
	nombre de plantes à symptômes BSMV	112	7,00	280,00	190,0714	65,61143
	taux d'infection (pourcentage)	112	2,55	99,64	72,8745	24,16955
	N valide (liste)	112				
Epiaison	nombre de plantes par m2	112	230,00	390,00	309,4464	33,72166
	nombre de plantes à symptômes BSMV	112	10,00	367,00	262,9196	60,31212
	taux d'infection (pourcentage)	112	3,09	103,33	85,1227	17,74662
	N valide (liste)	112				

Annexe 5 : ANOVA à 1 facteur

Région

Comparaisons multiples :

Variable dépendante: taux d'infection (pourcentage)

Différence significative de Tukey

(I) région	(J) région	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Boukadi r	Ouled Fares	-4,26792	7,92471	,998	-27,7780	19,2422
	Tadjna	-1,51403	7,92471	1,000	-25,0241	21,9961
	El Karimia	-3,27792	7,33686	,999	-25,0441	18,4882
	Ferme pilote ST	18,81354	7,33686	,141	-2,9526	40,5797
	Ferme pilote BK	-3,88444	6,69760	,997	-23,7541	15,9852
	Ferme pilote SM	-8,17646	7,33686	,923	-29,9426	13,5897
Ouled Fares	Boukadir	4,26792	7,92471	,998	-19,2422	27,7780
	Tadjna	2,75389	8,47187	1,000	-22,3795	27,8873
	El Karimia	,99000	7,92471	1,000	-22,5201	24,5001
	Ferme pilote ST	23,08146	7,92471	,058	-,4287	46,5916
	Ferme pilote BK	,38347	7,33686	1,000	-21,3827	22,1496
	Ferme pilote SM	-3,90854	7,92471	,999	-27,4187	19,6016
Tadjna	Boukadir	1,51403	7,92471	1,000	-21,9961	25,0241
	Ouled Fares	-2,75389	8,47187	1,000	-27,8873	22,3795
	El Karimia	-1,76389	7,92471	1,000	-25,2740	21,7462
	Ferme pilote ST	20,32757	7,92471	,140	-3,1826	43,8377
	Ferme pilote BK	-2,37042	7,33686	1,000	-24,1366	19,3957
	Ferme pilote SM	-6,66243	7,92471	,980	-30,1726	16,8477
El Karimia	Boukadir	3,27792	7,33686	,999	-18,4882	25,0441
	Ouled Fares	-,99000	7,92471	1,000	-24,5001	22,5201
	Tadjna	1,76389	7,92471	1,000	-21,7462	25,2740
	Ferme pilote ST	22,09146*	7,33686	,044	,3253	43,8576
	Ferme pilote BK	-,60653	6,69760	1,000	-20,4762	19,2632
	Ferme pilote SM	-4,89854	7,33686	,994	-26,6647	16,8676
Ferme pilote ST	Boukadir	-18,81354	7,33686	,141	-40,5797	2,9526
	Ouled Fares	-23,08146	7,92471	,058	-46,5916	,4287
	Tadjna	-20,32757	7,92471	,140	-43,8377	3,1826
	El Karimia	-22,09146*	7,33686	,044	-43,8576	-,3253
	Ferme pilote BK	-22,69799*	6,69760	,014	-42,5677	-2,8283
	Ferme pilote SM	-26,99000*	7,33686	,005	-48,7561	-5,2239
Ferme pilote BK	Boukadir	3,88444	6,69760	,997	-15,9852	23,7541
	Ouled Fares	-,38347	7,33686	1,000	-22,1496	21,3827
	Tadjna	2,37042	7,33686	1,000	-19,3957	24,1366
	El Karimia	,60653	6,69760	1,000	-19,2632	20,4762
	Ferme pilote ST	22,69799*	6,69760	,014	2,8283	42,5677
	Ferme pilote SM	-4,29201	6,69760	,995	-24,1617	15,5777
Ferme pilote SM	Boukadir	8,17646	7,33686	,923	-13,5897	29,9426
	Ouled Fares	3,90854	7,92471	,999	-19,6016	27,4187
	Tadjna	6,66243	7,92471	,980	-16,8477	30,1726
	El Karimia	4,89854	7,33686	,994	-16,8676	26,6647
	Ferme pilote ST	26,99000*	7,33686	,005	5,2239	48,7561
	Ferme pilote BK	4,29201	6,69760	,995	-15,5777	24,1617

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

taux d'infection (pourcentage)Différence significative de Tukey^{a,b}

Région	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
Ferme pilote ST	48	37,4110	
Boukadir	48	56,2246	56,2246
Tadjna	36	57,7386	57,7386
El Karimia	48	59,5025	59,5025
Ferme pilote BK	72		60,1090
Ouled Fares	36		60,4925
Ferme pilote SM	48		64,4010
Sig.		,054	,931

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 45,818.

b. Les tailles de groupe ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.

Sous-ensembles homogènes :**Céréale****Comparaisons multiples :**

Variable dépendante: taux d'infection (pourcentage)

Différence significative de Tukey

(I) céréale	(J) céréale	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Triticum aestivum	Hordeum vulgare	-10,18952	4,46577	,104	-21,7205	1,3415
	Trticum durum	-9,47602	5,24954	,273	-23,0308	4,0788
	Avena sativa	50,27214*	10,42979	,000	23,3415	77,2028
Hordeum vulgare	Triticum aestivum	10,18952	4,46577	,104	-1,3415	21,7205
	Trticum durum	,71350	5,74428	,999	-14,1187	15,5457
	Avena sativa	60,46167*	10,68735	,000	32,8660	88,0574
Trticum durum	Triticum aestivum	9,47602	5,24954	,273	-4,0788	23,0308
	Hordeum vulgare	-,71350	5,74428	,999	-15,5457	14,1187
	Avena sativa	59,74817*	11,03785	,000	31,2475	88,2489
Avena sativa	Triticum aestivum	-50,27214*	10,42979	,000	-77,2028	-23,3415
	Hordeum vulgare	-60,46167*	10,68735	,000	-88,0574	-32,8660
	Trticum durum	-59,74817*	11,03785	,000	-88,2489	-31,2475

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

Sous-ensembles homogènes :**taux d'infection (pourcentage)**Différence significative de Tukey^{a,b}

Céréale	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
Avena sativa	12	3,5450	
Triticum aestivum	168		53,8171
Triticum durum	60		63,2932
Hordeum vulgare	96		64,0067
Sig.		1,000	,621

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

- Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 34,373.
- Les tailles de groupe ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.

Comparaisons multiples :

Variable dépendante: taux d'infection (pourcentage)

Différence significative de Tukey

(I) variété	(J) variété	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
ARZ	Simito	5,29300	6,38959	,996	-14,6598	25,2458
	Ain abid	6,14375	8,45263	,998	-20,2513	32,5388
	Rihane	-8,37542	6,11757	,909	-27,4788	10,7279
	Ofanton	-7,48563	6,77718	,973	-28,6488	13,6775
	Saida	-9,41375	8,45263	,972	-35,8088	16,9813
	Avon	51,82667*	11,06710	,000	17,2674	86,3860
	Anapo	-8,49458	8,45263	,985	-34,8897	17,9005
	Acsad	-9,66500	11,06710	,994	-44,2243	24,8943
Simito	ARZ	-5,29300	6,38959	,996	-25,2458	14,6598
	Ain abid	,85075	8,45263	1,000	-25,5443	27,2458
	Rihane	-13,66842	6,11757	,386	-32,7718	5,4349
	Ofanton	-12,77862	6,77718	,624	-33,9418	8,3845
	Saida	-14,70675	8,45263	,721	-41,1018	11,6883
	Avon	46,53367*	11,06710	,001	11,9744	81,0930
	Anapo	-13,78758	8,45263	,787	-40,1827	12,6075
	Acsad	-14,95800	11,06710	,915	-49,5173	19,6013
Ain abid	ARZ	-6,14375	8,45263	,998	-32,5388	20,2513
	Simito	-,85075	8,45263	1,000	-27,2458	25,5443
	Rihane	-14,51917	8,24893	,708	-40,2781	11,2398
	Ofanton	-13,62938	8,74931	,827	-40,9509	13,6921
	Saida	-15,55750	10,10283	,836	-47,1057	15,9907
	Avon	45,68292*	12,37339	,008	7,0445	84,3214
	Anapo	-14,63833	10,10283	,878	-46,1865	16,9098
	Acsad	-15,80875	12,37339	,937	-54,4472	22,8297
Rihane	ARZ	8,37542	6,11757	,909	-10,7279	27,4788
	Simito	13,66842	6,11757	,386	-5,4349	32,7718
	Ain abid	14,51917	8,24893	,708	-11,2398	40,2781
	Ofanton	,88979	6,52135	1,000	-19,4745	21,2540
	Saida	-1,03833	8,24893	1,000	-26,7973	24,7206
	Avon	60,20208*	10,91230	,000	26,1262	94,2780
	Anapo	-,11917	8,24893	1,000	-25,8781	25,6398
	Acsad	-1,28958	10,91230	1,000	-35,3655	32,7863
Ofanton	ARZ	7,48563	6,77718	,973	-13,6775	28,6488
	Simito	12,77862	6,77718	,624	-8,3845	33,9418
	Ain abid	13,62938	8,74931	,827	-13,6921	40,9509
	Rihane	-,88979	6,52135	1,000	-21,2540	19,4745
	Saida	-1,92813	8,74931	1,000	-29,2496	25,3934
	Avon	59,31229*	11,29531	,000	24,0404	94,5842
	Anapo	-1,00896	8,74931	1,000	-28,3305	26,3126
	Acsad	-2,17938	11,29531	1,000	-37,4513	33,0926
Saida	ARZ	9,41375	8,45263	,972	-16,9813	35,8088
	Simito	14,70675	8,45263	,721	-11,6883	41,1018
	Ain abid	15,55750	10,10283	,836	-15,9907	47,1057
	Rihane	1,03833	8,24893	1,000	-24,7206	26,7973
	Ofanton	1,92813	8,74931	1,000	-25,3934	29,2496
	Avon	61,24042*	12,37339	,000	22,6020	99,8789
	Anapo	,91917	10,10283	1,000	-30,6290	32,4673
	Acsad	-,25125	12,37339	1,000	-38,8897	38,3872
Avon	ARZ	-51,82667*	11,06710	,000	-86,3860	-17,2674
	Simito	-46,53367*	11,06710	,001	-81,0930	-11,9744
	Ain abid	-45,68292*	12,37339	,008	-84,3214	-7,0445

	Rihane	-60,20208*	10,91230	,000	-94,2780	-26,1262
	Ofanton	-59,31229*	11,29531	,000	-94,5842	-24,0404
	Saida	-61,24042*	12,37339	,000	-99,8789	-22,6020
	Anapo	-60,32125*	12,37339	,000	-98,9597	-21,6828
	Acsad	-61,49167*	14,28756	,001	-106,1075	-16,8758
Anapo	ARZ	8,49458	8,45263	,985	-17,9005	34,8897
	Simito	13,78758	8,45263	,787	-12,6075	40,1827
	Ain abid	14,63833	10,10283	,878	-16,9098	46,1865
	Rihane	,11917	8,24893	1,000	-25,6398	25,8781
	Ofanton	1,00896	8,74931	1,000	-26,3126	28,3305
	Saida	-,91917	10,10283	1,000	-32,4673	30,6290
	Avon	60,32125*	12,37339	,000	21,6828	98,9597
	Acsad	-1,17042	12,37339	1,000	-39,8089	37,4680
Acsad	ARZ	9,66500	11,06710	,994	-24,8943	44,2243
	Simito	14,95800	11,06710	,915	-19,6013	49,5173
	Ain abid	15,80875	12,37339	,937	-22,8297	54,4472
	Rihane	1,28958	10,91230	1,000	-32,7863	35,3655
	Ofanton	2,17938	11,29531	1,000	-33,0926	37,4513
	Saida	,25125	12,37339	1,000	-38,3872	38,8897
	Avon	61,49167*	14,28756	,001	16,8758	106,1075
	Anapo	1,17042	12,37339	1,000	-37,4680	39,8089

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

Varieties

- Variété

Sous-ensembles homogènes :

taux d'infection (pourcentage)

Différence significative de Tukey^{a,b}

variété	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
Avon	12	3,5450	
Ain abid	24		49,2279
Simito	60		50,0787
ARZ	60		55,3717
Ofanton	48		62,8573
Rihane	72		63,7471
Anapo	24		63,8663
Saida	24		64,7854
Acsad	12		65,0367
Sig.		1,000	,806

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 25,019.

b. Les tailles de groupe ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.

- Stade

Comparaisons multiples :

Variable dépendante: taux d'infection (pourcentage)

Différence significative de Tukey

(I) stade	(J) stade	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Fin tallage	Montaison	-60,99616*	2,34720	,000	-66,5220	-55,4703
	Epiaison	-73,24437*	2,34720	,000	-78,7702	-67,7185
Montaison	Fin tallage	60,99616*	2,34720	,000	55,4703	66,5220
	Epiaison	-12,24821*	2,34720	,000	-17,7741	-6,7223
Epiaison	Fin tallage	73,24437*	2,34720	,000	67,7185	78,7702
	Montaison	12,24821*	2,34720	,000	6,7223	17,7741

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

Sous-ensembles homogènes :

taux d'infection (pourcentage)

Différence significative de Tukey^a

stade	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
Fin tallage	112	11,8783		
Montaison	112		72,8745	
Epiaison	112			85,1227
Sig.		1,000	1,000	1,000

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 112,000.

Corrélation (coefficient pearson)

		Corrélations				
		région	céréale	variété	stade	taux d'infection (pourcentage)
Région	Corrélation de Pearson	1	,036	,232**	,000	,018
	Sig. (bilatérale)		,515	,000	1,000	,746
	N	336	336	336	336	336
Céréale	Corrélation de Pearson	,036	1	,600**	,000	-,038
	Sig. (bilatérale)	,515		,000	1,000	,492
	N	336	336	336	336	336
Variété	Corrélation de Pearson	,232**	,600**	1	,000	,042
	Sig. (bilatérale)	,000	,000		1,000	,444
	N	336	336	336	336	336
Stade	Corrélation de Pearson	,000	,000	,000	1	,819**
	Sig. (bilatérale)	1,000	1,000	1,000		,000
	N	336	336	336	336	336
taux d'infection (pourcentage)	Corrélation de Pearson	,018	-,038	,042	,819**	1
	Sig. (bilatérale)	,746	,492	,444	,000	
	N	336	336	336	336	336

*. La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral)

** . La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adamou-Djerbaoui M, Djelaila Y, Baziz B, Nicolas V et Denys C. 2010. Préférence édaphique et pullulation chez Merions shawi (mammalia, rodentia) dans la région de Tiaret (Algérie), Rev, écol, (terre et vie), 65, 63 – 7
2. Ait Slimane -Ait-Kaki S. 2008. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie, Ths, Doc, univ Badji Mokhtar, Annaba, pp 26-56
3. Albrechtsen S E. 2006. *Testing methods for seed-transmitted viruses: principles and protocols*, CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom, 259 p
4. Albouy J et Devegne J C. 1998. Maladies à virus des plantes, INRA, 13-136
5. Astier S, Albouy J, Maury Yet Lecoq H. 2001. Principes de virologie végétale : génome, pouvoir pathogène, écologie des virus, INRA, Versailles, 444 p
6. Atabekov J G and Novikov V K. 1971. Barley Stripe Mosaic Virus, Description of plant Viruses, CMI/AB, n°68
7. Atrabicov J G and Novicov V K.1989. Barley Stripe Mosaic Virus, CMI/AAB, Descriptions of Plant Viruses, n°344
8. Baker C A, Lecoq H and Purcifull D E. 1991. Serological and biological variability among *Papaya Ring Spot Virus* type W isolates in Florid, Phytopathol, V 4,n° 81, 722-728
9. Ballois N. 2012. characterizations of diversity of Fusarium species and their and mycotoxigenic potential on French cereals. Sciences de l'environnement
10. Bays D C, Cunfer B M and Denski, J W. 1985. Occurrence of *Wheat Spindle Streak Mosaic Virus* on winter wheat in Georgia, Plant, Dis, V.69, n°12, 1094-1096
11. Bekkis S, BenMehaia M A et AhCène k . 2022. Les enjeux de la dépendance de la filière de blé en Algérie : Analyse par asymétries de réponses de l'offre dans la chaîne de valeur, New, Medit, n° 1
12. Belaid D. 1986. Aspect de la céréaliculture Algérienne. Ed Collection de cours d'agronomie, 207p.

13. Belkahla H et Lapierre H.1999. Efficacité de transmission des virus associés à la jaunisse nanisante *BYDV* par *Sitobionfragariae*. *Walk intepatol* ,V 37, n° 4, 158-170
14. Benmokhtar K et Kari M. 1999. Contribution à l'étude des virus des céréales, caractérisation biologique des virus de la mosaïque du blé et de l'orge : *WSMV*, *WSSMV* et *BSMV*», Th, Ing, INA, El Harrach, 55p
15. Bennett C W.1969. Seed transmission of plant viruses, *Adv, Virus, Res*, V.9, n° 14, 221-261
16. Berling A, Lianas-Bousquet W, Malezieux S et Gebre Selassie K. 1991. Tomato spotted wilt virus, Connahe le problkme pour enrayer l' Cpidthe, *Phytoma*, n° 422, 46-50.
17. Berrah M K. 2019. La production agricole, Campagnes 2016/2017 et 2017/2018, N°881
18. Bonjean A et Picard E. 1990. Les céréales à pailles, Ed Softword/ITM, France, 205p
19. Boubetra S et Mohamedi F. 1998. Contribution à l'étude des virus affectant les céréales à paille au niveau de la région centre de l'Algérie, Identification sérologique et biologique de quelques isolats, Th, Ing, Agro, INA, El Harrach, 55p
20. Bourgeois G. 2009. La dynamique des cultures et leurs bioagresseurs dans un contexte de climat variable et en évolution, conf, phytoprotection, Québec
21. Bragg J N, Lim H S and Jackson A O. 2008. Hordeivirus. In: Mahy BWJ, Regenmortel MHV, Eds, *EncyclopediaofVirology*, Oxford: Academic Press, 459–467
22. Brakke, M. K. 1977. Sedimentation coefficients of the virions of soil-borne wheat mosaic virus, *Phytopathology* 67, pp: 1433-1438
23. Brlansky R H and Derrick K S. 1979. Detection of seed borne plant viruses using serologically specific electron microscopy, *Phytopathol*, V 10, n° 69, 96-100
24. Brunt A A, Gabtrec K, Dallwitz M G, Gibbs A and Watson L. 1997. Plant viruses, Description and lists from the vide database, CAB, International, 1484p
25. Bunett A P. 1984. Situation report in *BYDV*, proceedings of workship, International Centre of maize, Mexico, 171-20
26. Carroll T W. 1970. Relation of *BarleyStripeMosaicVirus* to plastids. *virology*, V 6, n° 42, 1015-1022
27. Carroll T W. 1974. *BarleyStripeMosaicVirus* in sperm and vegetative cells of barley pollen, *virology*, V.11, n.60, 21p

28. Carroll T W and Mayhew D E. 1976. Occurrence of virions in developing ovules and embryo sacs of barley in relation to the seed transmissibility of *BarleyStripeMosaicVirus*, Canadian Journal of Botanic, 2497-2512
29. Carroll T W, Gossel P L and Batchelor D L. 1979 a . Use of sodium dodecyl- sulphate in serodiagnosis of *Barley Stripe Mosaic Virus* in embryos and leaves, Phytopathol, V.1, n° 69, 12-14
30. Carroll, T.W. 1979b. Methods of detecting of seedborne plant viruses, Journal of seed technology, Vol 4, n 2, PP: 82-95
31. Carroll T W. 1980. Barley Stripe Mosaic Virus, Its economic importance and control, Plt, Des, V64, n° 2, 136-137
32. Carroll T W. 1981. Seed borne viruses: virus host interaction .In Plant disease and Vectors ecology and epidemiology. Ed. Maramoroch K. et Harris K.F. 293-314
33. Carroll J E, Gray S M and Bergstrom G C. 1997. Dynamics of *Wheat Spindle Streak Mosaic*, Bymovirus in winter wheat, Euro, J, Plant, Patholo, V 103, n° 3, 35
34. Christian M L and Willis W G. 1993. Survival of Wheat Mosaic Virus in grass host in Kansas from harvest to all wheat emergence, Plant, Dis, V77, n° 3, 239-242
35. Clare D K, Pechnikova E V, Skurat E V, Makarov V V, Sokolova O S, Solovyev A G and Orlova E V. 2015. Novel Inter-Subunit Contacts in Barley Stripe Mosaic Virus Revealed by Cryo-Electron Microscopy, Cell Press, n° 23, 1815–1826
36. Clark M F and Adams A N. 1977. Caracteristiques of the microplate méthode of enzyme linked immuno sorbent assay for the detection of plants virus, J,Gen,Virol, V 34 :475-483.
37. Cornuet P.1987. Élément de virologie végétale. INRA. Paris, 206p
38. Costa C. 2003.Virus de la mosaïque de la pastèque : Etude de la variabilité du virus et épidémiologie moléculaire.The, EPHF. INRA, 60p
39. Coyne D L, Nicol J M et Claudius-Cole B. 2010. Les nématodes des plantes : Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire, Institut International dAgriculture Tropicale (IITA), Cotonou, Benin
40. Craig G, Stephen W, Wylie J and Michael G K. 2004. Jones Source: Current Science , 25 June 2004, Vol. 86, n° 12, 1604-160
41. Desbiez C, Wipf-Scheibel C, Granier F, Robaglia C, Delaunay T and Lecoq H. 1996 Biological and molecular variability of *Zucchini Yellow Mosaic Virus* in the island of Martinique, Plant, Dis, V.2, n° 80, 203-207

42. Devergne J C. 1990. Possibilités actuelles des tests immuno-enzymatiques à la détection des agents phytopathogènes des végétaux, 2^{ème} Congrès de la S.F.P. Montpellier, 34 p.
43. Djarmoun A. (2009). La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue NatureetTechnologie*. n° 01, 45-53
44. Dolja V V, Lunina N A, Leiser R M, Stanarius T, Belzhelarskaya S N, Kozlov Y V and Atrabecov J G. 1983. A comparative study on the in vitro translation products of individual RNAs from two, three and four component strains of *BarleyStripeMosaicVirus*, *virology*, V 2, n° 127, 110 p
45. Duval J. 1993. Le hanneton commun et les vers blancs. Ecological agriculture project, McGill University, Canada, 6 p
46. FAO. 2013. Suivi de marché de riz, <https://www.fao.org/3/as201f/as201f.pdf>
47. FAO. 2019. Food and agriculture data. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
48. FAO 2021: Situation alimentaire mondiale, Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales, <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>
49. Feliachi K. 2000. Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Dans : premier symposium international sur la filière blé 2000 - Enjeux et stratégies, Alger Algérie, 21-27
50. Fierd W and Orden F. 1995. Breeding of resistance to *Bymovirus* in *Poaceae* with special consideration for the *Barley Yellow Mosaic Virus*, *Complex*, *Agronomie*, V15, n° 7/8, 453-458
51. Fillet 2000. La graine de blé composition et utilisation ; INRA, Paris, 46,-82
52. Francki R I B, Robert G Milne K and Hatta T. 1985. Atlas of plant viruses, V2, Ed CRC,Press
53. Garder W S. 1969. Electron microscopy of *BarleyStripeMosaicVirus*, comparative cytology of tissues infected during different stages of maturity, *phytopathol*, V2, n° 59, 1315-1326
54. Gate P.1995. Ecophysiologie du blé, Ed, ITCF, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 419 p
55. Gibbs A G, Kassanis B, Nixon H L and Woods R D. 1963. The relation- ship between *BarleyStripeMosaic* and *LychnisRingSpot* Viruses, *Virology*, V.8, n° 20, 194 – 198

56. Gold A H, Suneson C A, Houston B R and Oswald J W.1954. Electron microscopy and seed and pollen transmission of rod- shaped particles associated with the false stripe virus disease of barley, *Phytopathol*, V 3, n° 44, 115-117
57. Gorshkova E N, Erokhina T N, Stroganova T A,Yelina N E, Zamyatnin A A, Kalinina N O, Schiemann J, Solovyev A G, Morozov S Y. 2003. Immunodetection and fluorescent microscopy of transgenically expressed hordeivirus TGBp3 movement protein reveals its association with endoplasmic reticulum elements in close proximity to plasmodesmata ,*J ,Gen Virol*, V 84, n°4, 985-994.
58. Guido-Herrera M, Elmundo-Beratto M, Orlando-Andrate M and Monica- Modariaga V. 2001. Identification of *BarleyStripeMosaicVirus* on barley in Chilli. *Agriculture technique,Chilli*, V.61, n° 3, 275-280
59. Hames B D, Hooper N et Houghton J. 2000. L'essentiel en biochimie, *Phytopathol*, V2, n° 88, 965-971
60. Hampton R O, Kraft JM and Muehlbauer F J. 1993. Minimising the threat of seedborne pathogens in crop germplasm:elimination of pea seedborne mosaic virus from the USDA-ARS germplasm collection of *Pisum sativum*.*Plant Disease*, V 77, 220-22
61. Hébrard E, Froissart R, Louis C et Blanc S. Les modes de transmission des virus phytopathogènes par vecteurs. 1999. *Virologie*, V 3 : 35-48.
62. Henson J M and French R. 1993. The polymerase chain reaction and plant disease diagnostic, *Annu, Rev, Phytopathol*, V4, n° 31, 800-806
63. Hogenhout S A, Ammar E D, Whitfield A E, Redinbaugh M G. 2008. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses, *Annu Rev Phytopathol*,V 46, n°1, 327-359
64. Horabi M M. 1982. Les maladies d'orge et de blé, *Inst, Agro, Tunisie*, 116-118
65. Horgborg W A F. 1954. Dwarfing of wheat and barley by the *Barley Stripe Mosaic* (false stripe) *Virus*, *Can, J, Bot*, V5, n° 32, 24-37
66. Hu Y, Li Z, Yuan C, Jin X, Yan L, Zhao X, Zhang Y, Jackson A O, Wang X, Han C, Yu J and Li , D. 2019. Phosphorylation of TGB1 by protein kinase CK2 promotes barley stripe mosaic virus movement in monocots and dicots, V 66, n°15, 4733-47

67. Hull R. 2002. Mathews's Plant Virology, 4th Ed, Academic Press, London
68. Hynger R M, Sherwood J L, Evans C K and Montana J R. 1992. Effect of planting date and inoculation date on severity of Wheat Streak Mosaic in hard red winter Wheat cultivar. *Plant, Disease* V 76, n°10, 1056-1060
69. Inoye T. 1962. Studies on Barley Stripe Mosaic in Japan, *Inst, Landw, Bio, Univ, Ohara*, V11, n° 11, 431-496
70. ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures), 2010. Cultures et coûts de production des grandes cultures. Éditions ITGC, Algérie
71. Isleib, J. 2012. Signs and symptoms of plant disease: Is it fungal, viral or bacterial? Michigan State University Extension. Accessed 9/12/2014
72. Jackson A O and Lane C. 1981. *Hordeivirus*, comparative diagnosis, *Handbook of plant virus Infections*, Kurstak. E, North Holland, 566-625
73. Jackson A.O, Hunter B G and Gustafson G D. 1989. Hordeivirus Relationships and Genome Organization, *Annual Review of Phytopathology*, V.27, 95-121
74. Jackson A O, Hyoun S L, Bragg J, Ganesan, U and Mi-Yeon L. 2009. Hordeivirus replication, movement and pathogenesis, V 47, 385-422
75. Jezewska M. 2001. Identification of Barley stripe mosaic virus in Poland, *Journal of Plant Protection Research*, V 41, n°2, 164-167.
76. Jiacheng, H.U, Shaoya L, Zhaolei L, Huiyuan L, Weibin S, Haiming Z, Jinsheng L, Lanqin X, Dawei L, Yongliang Z. 2019. A barley stripe mosaic virus-based guide RNA delivery system for targeted mutagenesis in wheat and maize, *Molecular Plant Pathology*, 11p
77. Jiang Z, Zhang K, Li Z, Yang M, Jin X, Cao Q, Wang X, Yue N, Li D and Zhang Y. 2020. The Barley stripe mosaic virus γ b protein promotes viral cell-to-cell movement by enhancing ATPase-mediated assembly of ribonucleoprotein movement complexes. *PLoS Pathog*, V 16: e1008709
78. Jiang Z, Yang M, Zhang Y, Jackson AO and Li D. 2021. Hordeiviruses (Virgaviridae). In DH Bamford, M Zuckerman, eds, *Encyclopedia of Virology*, Vol 3. Academic Press, Oxford, 420-429
79. Katri B. 1973. Comparison of four virus isolates of Wheat Streak Wosaic from

80. Turkey, Phytopatol, Meditera, V 12, 67-71
81. . Khaldi A. 2014. La gestion non durable de la steppe algérienne, VERTIGO
82. Koklu G.2004. Incidence of cereal viruses on winter barley grown in Tekirdağ, Turkey, **Cereal Research Communications, V 32, n° 1, 61-68**
83. Kumari S G, Muharram A E I, Makkouk K M, Al-Ansin A, El-Pasha, C D R, Al-
84. Mtwkel B W A and Hadj Kassem A. 2006. Identification of viral diseases affecting barley and bread wheat crops in Yemen, Australasian Plant Pathology, V.35, 563–568
85. Lahmer A et Zerbita O J D. 2015. Identification des différentes maladies cryptogamiques rencontrées chez les céréales durant la campagne agricole
86. 2014/2015 dans la région de Constantine, Mem, Mast, Univ, Frères Mentouri, Constantine, 102p
87. Lani, S. 2011. Importance stratégique del'eau virtuelle des céréales en Algérie, thes, Magist, ENSA, Alger, 57 P
88. Lister R M, Carroll, T W and Zaske, S k. 1981. Sensitive serologic detection of *barley*
89. *stripe mosaic virus* in barley seed, Plant, Dis, V1, n° 65, 809-814
90. Lommel S A, Willis W G and Kendall T C. 1986. Identification of *Wheat Spindle*
91. *Streak Mosaic Virus* and its role in a new disease for winter wheat in Kansas, Plant, Dis, V70, n° 10, 964-968
92. MADR. 2019. Statistiques Agricoles, Superficies et Productions, série b, <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/serie-b-2019.pdf>
93. Mcfaraland J E, Brakke M K and Jackson A O. 1983. Complexity of the Argentina mild strain of *Barley Stripe Mosaic Virus*, Virology, V11, n° 130, 397p
94. McKinney H H.1953. Evidence on virus diseases in barley”, Plant Dis, Rep, V.5,
95. n°37, 292p
96. McKinney H H and Greeley L W. 1965. Biological characteristics of *Barley Stripe Mosaic Virus* strains and their evolution, Agric, Tech, Bull, V11, n°1324, 112-122.
97. Makkouk K.M and Jarikji O A. 1983. Detection of sap-transmissible viruses infecting cereals in Jordan, Lebanon and Syria / Nachweis mechanisch übertragbarer Viren an Getreide in Jordanien, Libanon und Syrien, *J, Plt, Dis, Pro*, Vol 90, n° 1, 12-17

98. Makkouk K M. and Kumari S G.1997. Natural occurrence of *WheatStreakMosaicVirus* on wheat in Syria. *Rachis*, V 16: 74–76.
99. . Mandahar C L. 1981. Virus transmission through seed and pollen in plant diseases
100. and vectors: Ecology and epidemiology, K, Maramorosch and K.F, Harris, eds (New York :academic press, inc), 41-292
101. Masson E. 2012. Diagnostic des accidents du blé tendre, ARVALIS-Institut duVégétal, 36-40
102. Matthews R E F. 1991. *Plant Virology*, Third Edition (San Diego, CA Academic Press,Inc
103. Maude R B. 1996. *Seed borne diseases and their control principles and practice*. Ed CAB International. walling ford
104. . Maurin J. 1999. *Guide pratique de défense des cultures. Reconnaissance des ennemies, notions de protection de culture*. ACTA, 575p.
105. Medjahed K. 2006. *Connaissance sur les virus des céréales. Identification ImmunoEnzymatique TAS-ELISA du virus de la mosaïque striée de l'orge*. Thèse. Magister. USD. Blida. 76p
106. Meyer M.1989 *Les viroses de l'orge*, Phytoma, *Défense des végétaux*, Phytoma, V2, n° 441, 31- 35
107. Miller N R, Bergstrom G C and Sorrells M E. 1992. *Effect of Wheat Spindle StreakMosaic Virus* on yield of winter wheat in New York, *phytopatol*, V.2, n° 82, 852-857
108. Mink G I. 1993. *Pollen- and seed-transmitted viruses and viroid* Annu. Rev. Phytopathol, V 31, 375-40
109. Moule C. 1980. *Céréales* .Ed. Maison rustique,Paris, 318p
110. Najar A, Makkouk K M, Boudhir H, Kumari S G, Zarouk F, Bessai R and Ben Othman F. 2000. *Viral diseases of cultivated legume and cereal crops in Tunisia*, *Phytopathologia Mediterranea*, V39, n° 3, 423-432
111. Negkuk VI, Worikov V K. and Atrabecov J G. 1974. *Translation of Barley Stripe Mosaic Virus RNA in cell-free system from Wheat germs*, *Dokl, Acad, Wank, Russe*,218-489

- 112.** Nelson P N, Reybolds G M, Waldron E E, Ward E, Giannopoulos K and Murray P G. 2000. Monoclonal antibodies, *J, Clin, Pathol, Mol, Pathol*, V 5, n° 53, 111-117
- 113.** Nelson G, Rosegrant W, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, Ringler C, Msangi, S, Palazzo A, Batka M, Magalhaes M, Valmonte-Santos R et Ewing M. 2009. Changement climatique, Impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation, Institut international de recherche sur les politiques alimentaires IFPRI, Washington D.C
- 114.** Novicov V K and Atrabecov J G. 1970. A study of the mechanisms controlling the host range of plant viruses. I. Virus-specific receptors of *Chenopodium amaranticolor*, *Virology*, V 13, n° 4.1, 98-101.
- 115.** Novicov G J and Novicov V K. 1971. *Barley Stripe Mosaic Virus*. Descriptions of Plant Viruses. CMI/AAB, V 8, n° 68.
- 116.** Nutter F W, Pederson J V D and Timian R G. 1984. Relationship between seed infection by BSMV and yield loss. *Phytopathology*, n°74, 63-66
- 117.** Nowak A Z, Jeżewska M, Jaroszevska B and Zielińska L. 2015. A comparison of ultrastructural changes of barley cells infected with mild and aggressive isolates of Barley stripe mosaic virus, *Journal of Plant Diseases and Protection*, V 122, n° 4, 153- 160
- 118.** ONS (Office National de Statistiques), 2019. Statistiques sur l'activité industrielle. Annuaire statistique. Série E : Statistiques économiques, N°105. Office National de Statistiques, Algérie.
- 119.** Pagán I. 2019. Movement between plants: vertical transmission, p 185–198. In Palukaitis P, García-Arenal F (ed), *Cucumber mosaic virus*. APS Press, Washington, DC
- 120.** Palomar M K, Brakke M K and Jackson A O. 1977. Base sequence homology in the RNAs of *Barley Stripe Mosaic Virus*. *Virology*, V 2, n° 77, 471p
- 121.** Petty I T D, French R, Jones R W and Jackson A O. 1990. Identification of barley stripe mosaic virus genes involved in viral RNA replication and movement, *EMBO J*, V 9, 3453–3457
- 122.** Petty I T D, Donald R G K, Jackson A O. 1994. Multiple genetic determinants of barley stripe mosaic virus influence lesion phenotype on *Chenopodium amaranticolor*, *Virology*, V 198, 218–226

123. Phatak H C, 1974. Seed borne viruses-identification and diagnosis in seed health testing, *Seed Science and Technology* 2, 3-155
124. Platz G, and Persley D. 2009. Plant Health Australia, Grains Industry Biosecurity Plan. Threat Specific Contingency Plan. Barley Stripe Mosaic Virus, P.H. Australia, 22p
125. Pring D R and Timian, R G. 1967. Physiological effects of *Barley Stripe Mosaic Virus* in *Infection Phytopathol*, V 12, n° 57, 1381-1368
126. Purcifull DE, Batchelor D L. 1977. Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate (SDS)-treated plant viruses and plant viral inclusions, *Florida, Agricult, Experm, Stat, Tech*, V.3, n°788, 39 p
127. Rachedi M F 2003. Céréaliculture : les céréales en Algérie rev, n° 38, ITGC, 4-25
128. Rappilly F, Lemaire G N et Cassini R. 1971. Les principales maladies cryptogamiques des Céréales, Ed, INRA, Dept, Path, Veg, 189p
129. Rastoin J I. et Benabderrazik E H. 2014. Céréales et oléagineuse au Maghreb- Institut de perspective économique du monde méditerranéen, 13-15
130. Rivol R. 1975. Le nématode à kystes des céréales, *Heterodera avenae* Woll., en France : nuisibilité, caractéristiques biologiques et perspectives de lutte, *Bulletin OEPP*, V 5, issue 4, 425-435
131. Roberts I M, Wang D and Thomas C L. 2003. Pea seed-borne mosaic virus seed transmission exploits novel symplastic pathways to infect the pea embryo and is, in part, dependent upon chance. *Protoplasma*, V 222, 31-43
132. Sanchez M A, Gomez C, Mendz-Lopez B, Gosalvez B and Miguel A. 2021. Imaging Techniques to Study Plant Virus Replication and Vertical Transmission, *Aranda viruses*, V13, n° 2, 258
133. Sastry K S. 2013. *Seed-borne plant virus diseases*, Springer, New Delhi, India
134. Sayoud R. et Benbelkacem A., (1996): situation des maladies des céréales en Algérie. In proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. 11-14 novembre (1996). Rabat, Maroc. 69-70
135. Sayoud R, Ezzahiri B Et Bouznad Z. 1999. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb, Maroc- Algérie- Tunisie : Ed ; ITGC, 34-42

136. Seepiban C, Charoenvilaisiri S, Warin N Bhunchoth A, Phironrit N, Phuangrat, B, Chatchawankanphanich O., Attathom S and Gajanandana O. 2017. Development and application of triple antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assays for begomovirus detection using monoclonal antibodies against Tomato yellow leaf curl Thailand virus. *Virology Journal*, V14, n°1: 1-14
137. Semal J. 1989. *Traité de pathologie végétale*, Press, Gembloux, 661p
138. Shalla T A. 1966. Electron microscopy of cells infected with *Barley Stripe Mosaic Virus* as a result of mechanical and seed transmission viruses of plants, Beemester and Dijkstra., North Holland, Amsterdam, 94-97.
139. Shukla D D, Ward C.W and Brunt A A. 1994. *The Potyviridae*, CAB .international, 516p
140. Siefers D L, Martin T L and Gill B S. 1995. Temperature sensibility and efficacy of Wheat Streak Mosaic Virus resistance derived from aroperon intermedium, *Plant, Dis*, V 79, 1104-1106
141. Singh S, Awasthi L P and Jangre A. 2020. Transmission of plant viruses in fields through various vectors; In *Applied Plant Virology*, Elsevier, 313-334
142. Simmons H E, Munkvold, G P. 2014. Seed transmission in the *Potyviridae*, p 3–15. In Gullino M.L, Munkvold G.P (ed), *Global perspectives on the health of seeds and plant propagation material*. Springer, Dordrecht, Netherlands.
143. Slama A, Bensalem M, Ben naceur M et Zid E D. 2005. Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse.*, V16, n° 3 : 225-9.
144. Slark S M and Shepherd R G. 1975. Serological detection of seed-borne *Barley Stripe Mosaic Virus* by a simplified radial diffusion technique. *Phytopathol*, V5, n° 65: 948-955
145. Slykhuis, J T. 1972. *Poa Semi Latent Virus* from native grasses, *Phytopathol*, V8, n° 62, 508-513
146. Slykhuis, J T, Zilinsky F O, Young M and Richards W R. 1976. Notes on epidemiology of *Barley Yellow Dwarf Virus* in east Ontario in 1959, *Plant, Dis*, Rep 262, 22-316
147. Smith K M. 1972. *A text book of plant virus diseases*, 3^{eme}.,Ed.Longman group/limited : 71-75

148. Smith, K L. 2005. Wheat yellow mosaic. Fact Sheet, AC-3-96, Ohio State University, Extension
149. Spargue G F, McKinney H H and Greely L W. 1963. Virus as a mutagenic agent in maize. *Science*, V.2, n° 141, 1052p
150. Timian, R. G. 1971. *Barley Stripe Mosaic Virus* in North Dakota., *Agri, Exp, Stn, V2*, n° 28, pp : 3-6
151. Torrance L. 1998. Developments in serological methods to detect and identify plant viruses, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, V52, 27-32
152. Van Regenmortel M H V and Freankel-Cornat H. 1986. The plant viruses. The rod-shaped plant viruses. *IMCB. Strasbourg*, 422p
153. Walsh K, North J, Barker I and Boonhham N. 2001. Detection of diferent strains of Potato virusY and their mixed infections using competitive fluoescent RT-PCR.*J.Virol.Methods*,V 91,167-173
154. Wegulo S N and Hein G L. 2013. Yellow Dwarf of Wheat, Barley, and Oats. Universityof Nebraska-Lincoln Extension
155. Weise M V. 1988. Diseases caused by virus like agent in compodium of wheat diseases seconds, St, Paul, Minn, Ed , APS, 112p
156. Yu S G, Wang M G, Chen Z Y and Zang R P. 1980. Studies on seed borne virus diseases of barley and wheat, occurrence of *Barley Stripe Mosaic Virus* in China, *J, ACTA*, V.8, n° 19, 373-379
157. Zhang K, Zhang Y, Yang M, Liu S, Li Z, Wang X, Han C, Yu J and Li, D. 2017. The Barley stripe mosaic virus γ b protein promotes chloroplast-targeted replication by enhancing unwinding of RNA duplexes, *PLoS, Pathog*, V 13: e1006319
158. Zhou, H and Jackson, A O. 1996. Expression of the barley stripe mosaic virus RNA β 'triple gene block'. *Virology*, 216, 367-379
159. Zillensky F J. 1984. Maladies communes des céréales à paille, guide d'identification. Ed. Centre international pour l'amélioration de maïs et du blé, Mexico, 140 p