

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE
(ENSA) EL-HARRACH-ALGER



Thèse de DOCTORAT

Présentée par : **Souhila BOUBETRA**

En vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Sciences
Agronomiques

Spécialité Phytopathologie

**Contribution à l'étude de l'importance des virus des
céréales en Algérie en particulier le *Barley yellow dwarf
virus* (BYDV) : caractérisation sérologique, épidémiologique
et moléculaire.**

Soutenu le 04/12/2025, devant le jury composé de :

M.	Mohammed MEFTI	Professeur	(ENSA) El Harrach	Président
M.	Arezki LEHAD	MCA	(ENSA) El Harrach	Directeur de thèse
Mme.	Atika MEKLAT	Professeur	(ENS) Kouba	Examinatrice
Mme.	Malika MEZIANE	MCA	(U.Hassiba Benbouali) Chlef	Examinatrice
Mme.	Samia LAALA	MCA	(ENSA) El Harrach	Examinatrice

Année universitaire : 2025-2026

Table des matières

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des annexes	III
Liste des abreviations	IV
Introduction générale.....	1
PARTIE I. Synthèse bibliographique.....	3
CHAPITRE 1. Les céréales et la céréaliculture en Algérie.....	4
1.1. Données générales sur les céréales	6
1.2. Pathologie des céréales	7
1.3. Les céréales en Algérie.....	11
1.3.1. Superficies, production et rendement	11
1.3.2. Importations	14
1.3.3. Principales variétés de céréales cultivées en Algérie	14
1.3.4. Pathologie des céréales en Algérie	15
CHAPITRE 2. Maladie de la jaunisse nanisante de l'orge.....	18
2.1. Taxonomie.....	19
2.2. Classification et organisation génomique	19
2.2.1. Classification des virus de la jaunisse nanisante de l'orge	19
2.2.2. Organisation génomique des <i>Luteoviridae</i>	20
2.3. Composition des virions et propriétés physiques et biochimiques	22
2.3.1. Composition des virions	22
2.3.2. Propriétés physiques et biochimique	22
2.4. Historique, répartition géographique et importance économique.....	23
2.4.1. Historique, répartition géographique	23
2.4.2. Importance économique	23
2.5. Gamme d'hôte et Symptomatologie	25
2.5.1 Gamme d'hôte	25
2.5.2 Symptomatologie.....	25
2.5.2.1. Symptômes macroscopiques.....	26
2.5.2.2. Symptômes microscopiques	28
2.6. Effets physiologique.....	29
2.7. Transmission des virus associés aux BYD (B/CYDV)	29
2.7.1. Spécificité de la transmission	31

2.8.	Épidémiologie	32
2.9.	Gestion de la maladie	33
Partie II. Matériel et méthodes.....		36
2.9.1.	Diagnostic	33
2.9.2.	Gestion des vecteurs	34
2.9.3.	Techniques culturales	34
2.9.4.	Résistance génétique	34
II.1.	Matériel végétal	37
II.1.1.	Prospections et source des virus.....	37
II.2.	Echantillonnage	38
II. 2.1.	Echantillonnage des cultures de céréales	38
II.2.2.	Echantillonnage des plantes réservoirs	41
II.2.3.	Collecte et identification des pucerons vecteurs.....	41
II.3.	Tests sérologiques.....	42
II.4.	Identification et caractérisation moléculaire par RT-PCR et séquençage.....	43
II.4.1.	Source des échantillons.....	43
II.4.2.	Extraction d'ARN	45
II.4.3.	RT-PCR en deux étapes	45
II.4.4.	Séquençage	46
II.4.4.1.	Analyses des séquences nucléotidiques	46
II.4.4.2.	Analyses phylogénétique.....	46
Partie III. Résultats et discussion		48
III.1	Analyse en plein champ.....	49
III.1.1.	Observation des symptômes sur cultures de céréales.....	49
III.1.1.1.	Observation des symptômes de jaunissement et rougissement	49
III.1.1.2.	Observation de symptômes de mosaïques	51
III.1.2.	Observation des symptômes sur plantes réservoirs	52
III.1.3.	Observation des pucerons vecteurs	53
III.2.	Identification sérologique	54
III.2.1	Sur cultures de céréales	54
III.2.2.	Sur plantes réservoirs	58
III.3.	Identification et caractérisation moléculaire par RT-PCR et séquençage	58
III.3.1.	Identification par biologie moléculaire (RT-PCR) du CYDV-RPV et BYDV (PAV et MAV)	58
III.3.2.	Comparaison des nucléotides et des acides aminés	59
III.3.3.	Analyses phylogénétiques	60

Discussion	62
Conclusion et perspectives	66
Conclusion.....	67
Perspectives.....	69
Références bibliographiques	70
Annexes	86

Résumé

Les céréales sont sujettes à des viroses depuis fort longtemps et l'incidence économique de ces dernières a pris de l'importance ces dernières années. Parmi ces maladies le Barley yellow dwarf (BYD) qui compte aujourd'hui parmi les maladies les plus destructives des céréales à pailles. Durant trois années consécutives (2014-2015-2016) des prospections ont été menées, afin de rechercher les espèces de BYDV (BYDV-PAV et BYDV-MAV) ainsi que d'autres virus de céréales (WSSMV, SBWMV et BSMV) dans Sept régions d'Algérie (Alger, Boumerdes, Tipaza Médéa, Adrar, Khenchla et Batna). Un prélèvement de 2680 échantillons a été effectué sur des plants de différentes espèces de culture de céréales (blé, orge, avoine). Des échantillons de mauvaises herbes (ray-grass, Phalaris et folle avoine) et de repousses de céréales (orge, blé) ont également été prélevés.

Des jaunissements sur culture d'orge et des rougissements sur culture de blé et d'avoine rappelant les symptômes causés par les espèces virales de la maladie de la jaunisse nanisante de l'orge ont été observés. Les pucerons vecteurs ont été également rencontrés sur les plantes présentant les symptômes. Il s'agit des deux espèces les plus efficaces dans la transmission du BYD : *Rhopalosiphum padi* sur feuille de blé et orge et *Sitobion avenae* sur épi de blé, ainsi que le puceron du cornouiller *Anoecia corni* trouvé sur racine de blé.

Le criblage sérologique (DAS- ELISA), nous a permis de mettre en évidence la présence du BYDV-PAV sur les différentes espèces de céréales : orge, blé dur, blé tendre et avoine, montrant ainsi que cette espèce virale est présente dans toutes les régions céréalières prospectées à travers le territoire national et l'absence des virus : BYDV-MAV, WSSM, SBWMV et BSMV.

La présence du BYDV-PAV a été également confirmée par RT-PCR. En effet, Sept (07) échantillons positifs au test DAS-ELISA provenant d'Alger, Tipaza et Médéa sur blé, orge et avoine et ayant généré des amplicons de la taille attendue (740 nt) en utilisant les amorces spécifiques BYDV-PAV ont été séquencés et déposés au NCBI sous les numéros d'accès OU595691-OU595697. L'arbre phylogénétique construit avec 112 BYDV-PAV d'un fragment de 632 nt de la région gène CP et RTP a révélé que nos isolats sont rattachés à deux groupes distincts : le groupe I (ALG2, ALG7, ALG12 et ALG13) et le groupe III (ALG1, ALG3 et ALG4) indépendamment des hôtes.

Mot clés : Céréales, BYDV-PAV, Territoire national, Symptômes, DAS-ELISA, RT-PCR et Séquençage

Abstract

Cereals have been subject to viruses for a long time and their economic impact has become more important in recent years. Among these diseases, Barley yellow dwarf (BYD), which is today among the most destructive diseases of cereals. For three consecutive years (2014-2015-2016) surveys were carried out to search for BYDV species (BYDV-PAV and BYDV-MAV) as well as other cereal viruses (WSSMV, SBWMV and BSMV) in seven regions of Algeria (Algiers, Boumerdes, Tipaza Medea, Adrar, Khenchla and Batna). A collection of 2680 samples was taken from plants of different species of cereal crops (wheat, barley, and oats). Samples of weeds (ryegrass, Phalaris and wild oats) and volunteer cereals (barley, wheat) were also taken. Yellowing on barley crops and reddening on wheat and oat crops reminiscent of the symptoms caused by the viral species of barley yellows dwarf disease were observed. Aphid vectors have also been encountered on plants showing symptoms. These are the two species most effective in transmitting BYD: *Rhopalosiphum padi* on wheat and barley leaves and *Sitobion avenae* on wheat ears, as well as the dogwood aphid *Anoecia corni* found on wheat roots.

Serological screening (DAS- ELISA) allowed us to demonstrate the presence of BYDV-PAV on the different species of cereals: barley, durum wheat, soft wheat and oats, thus showing that this viral species is present in all regions. Cereal crops surveyed across the national territory and the absence of viruses: BYDV-MAV, WSSM, SBWMV and BSMV.

The presence of BYDV-PAV was also confirmed by RT-PCR. Indeed, Seven (07) samples positive for the DAS-ELISA test from Algiers, Tipaza and Medea on wheat, barley and oats and having generated amplicons of the expected size (740 nt) using the specific BYDV-PAV primers have been sequenced and deposited at NCBI under accession numbers OU595691-OU595697. The phylogenetic tree constructed with 112 BYDV-PAV of a 632 nt fragment of the CP et RTP gene region revealed that our isolates are attached to two distinct groups: group I (ALG2, ALG7, ALG12 and ALG13) and group III (ALG1, ALG3 and ALG4) independently of the hosts.

Keywords: Cereals, BYDV-PAV, National territory, Symptoms, DAS-ELISA, RT-PCR and Sequencing

ملخص

لقد تعرضت الحبوب للفيروسات لفترة طويلة وأصبح تأثيرها الاقتصادي أكثر أهمية في السنوات الأخيرة. ومن بين هذه الأمراض مرض التقزم الأصفر للشعير (BYD)، والذي يعد اليوم من أكثر الأمراض تدميراً لحبوب القش. لمدة ثلاث سنوات متتالية (2014-2015-2016) تم إجراء مسوحات للبحث عن أنواع BYDV (BYDV-PAV وBYDV-MAV) بالإضافة إلى فيروسات الحبوب الأخرى (WSSMV، SMV وBSMV) في 7 مناطق بالجزائر (الجزائر العاصمة، بومرداس، تيبازة المدية، أدرار، خنشلة وباتنة). تم أخذ مجموعة مكونة من 2680 عينة من نباتات من أنواع مختلفة من محاصيل الحبوب (القمح، الشعير، الشوفان). كما تم أخذ عينات من الحشائش الضارة (نبات الريجراس والفالاريس والشوفان البري) والحبوب المتجددة (الشعير والقمح).

ولوحظ اصفرار على محاصيل الشعير واحمرار على محاصيل القمح والشوفان مما يذكر بالأعراض التي تسببها الأنواع الفيروسية لمرض اصفرار الشعير. كما تمت مصادفة نواقل حشرة المن على النباتات التي تظهر عليها الأعراض. هذان النوعان هما الأكثر فعالية في نقل *BYD: Rhopalosiphum Padi* على أوراق القمح والشعير و *Sitobion avenae* على سنابل القمح، بالإضافة إلى *Anoecia corni* الموجود على جذور القمح.

سمح لنا الفحص المصلي (DAS ELISA) بإظهار وجود فيروس BYDV-PAV على الأنواع المختلفة من الحبوب: الشعير والقمح القاسي والقمح اللين والشوفان، مما أظهر أن هذا النوع الفيروسي موجود في جميع المناطق التي شملتها محاصيل الحبوب في جميع أنحاء الأراضي الوطنية وغياب الفيروسات: BYDV-MAV، WSSMV، وSBWMV، وBSMV.

تم تأكيد وجود BYDV-PAV أيضاً بواسطة RT-PCR. في الواقع، سبع (07) عينات إيجابية لاختبار DAS-ELISA من الجزائر العاصمة وتيبازة والمدية على القمح والشعير والشوفان وقد ولدت أمبليكونات بالحجم المتوقع (740 nt) باستخدام بادئات BYDV-PAV المحددة تم تسلسلها وترسيبها في NCBI تحت أرقام الانضمام OU595691-OU595697. كشفت شجرة النشوء والتطور التي تم إنشاؤها باستخدام 112 BYDV-PAV لجزء nt 632 من منطقة الجينات CP/RTP أن عزلاتنا مرتبطة بمجموعتين متميزتين: المجموعة الأولى (ALG2، ALG7، ALG12 وALG13) والمجموعة الثالثة (ALG1، ALG3 وALG4) بشكل مستقل عن المضيفين.

كلمات مفتاحية: الحبوب، BYDV-PAV، الأراضي الوطنية، الأعراض، DAS-ELISA، RT-PCR والتسلسل