

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE  
El-Harrach (ALGER)



THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques

Par : M<sup>lle</sup> Hadjira BELKAHLA

LES VIRUS ASSOCIES A LA JAUNISSE NANISANTE DE L'ORGE (BYD), DES  
GENRES *BYDV* ET *CYDV*, CHEZ LES CEREALES A PAILLE EN ALGERIE

Soutenue le 17/05/2001

Devant le jury d'examen:

|                |                   |   |
|----------------|-------------------|---|
| Président:     | M. N. Sabaou      | Professeur à l'ENS                      |
| Rapporteur:    | M. S.E. Doumandji | Professeur à l'INA                      |
| Co-Rapporteur: | M. H. Lapierre    | Directeur de recherches INRA Versailles |
| Examineur:     | M. Z. Bouznad     | Professeur à l'INA                      |
| Examinatrice:  | Mme B. Doumandji  | Professeur à l'INA                      |
| Examinatrice:  | Mme M. Louanchi   | Maître de conférences à l'INA           |

Année universitaire: 2000/2001

1387. M/A



**RESUME:** La jaunisse nanisante de l'orge est une maladie qui entraîne des pertes considérables chez les céréales. Elle est associée à plusieurs virus de la famille des *Luteoviridae* (*BYDV-PAV*, *BYDV-MAV*, *CYDV-RPV*, *RMV*, *SGV*). Des prélèvements effectués dans plusieurs parcelles de blé dur, blé tendre, orge et avoine en Algérie et en Belgique et des parcelles de maïs en France; à titre comparatif; ont montré que le *BYDV-PAV*, *BYDV-MAV*, *CYDV-RPV*, *RMV*, *SGV* sont présents à des fréquences variables mais non négligeables. L'analyse en TAS-ELISA, DAS-ELISA a montré que le *BYDV-PAV* est dominant. Le *BYDV-MAV A* est absent en Algérie, en Belgique et en France. Le *CYDV-RPV*, *RMV*, *SGV* sont rares. L'analyse de la population aphidienne prélevée des régions céréalières d'Algérie [Alger (Oued-smar, El-Harrach, Blida), Guelma, Constantine, Sid-bélabès] en 1997 et 1998 a montré la présence de *Rhopalosiphum padi* (L), *Sitobion avenae* (F), *Sitobion fragariae* (Walk), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Schizaphis graminum* (Rondani). Des transmissions comparées de *BYDV-PAV*, *BYDV-MAV*, *CYDV-RPV* et *RMV* par *S. fragariae*, ont montré que seuls le *BYDV-PAV* et *BYDV-MAV* étaient transmissibles par ce puceron. Le *CYDV-RPV* et le *RMV* ne sont pas transmis par *S. fragariae*. *S. fragariae* est donc un vecteur efficace du genre *Luteovirus* et non du genre *Polerovirus*. L'efficacité de la transmission des *BYDV-PAV CpA*, *BYDV-PAV CpB* par *S. fragariae* est semblable à celle de *R. padi* et *S. avenae*. Egalement les concentrations des *BYDV-PAV CpA*, *BYDV-PAV CpB* dans des lots de 10 aptères de chaque combinaison de virus / espèce d'aphide ont montré des différences. Les concentrations du *BYDV-PAV CpA*, *BYDV-PAV CpB* sont élevées dans *S. avenae* et *R. padi*, et faibles dans *S. fragariae*. Les concentrations *BYDV-MAV B* dans *S. avenae* et *S. fragariae* sont relativement peu éloignées. La différence de concentration du *BYDV-MAV A* dans *S. avenae* et *S. fragariae* est significative. *S. fragariae* transmet efficacement le *BYDV-MAV A*, *BYDV-MAV B*, *BYDV-PAV CpA* et *BYDV-PAV CpB* jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour de transfert. Le taux de virus, détecté par ELISA, dans les lots de 10 aptères des combinaisons de virus / *S. fragariae* décroît plus rapidement que celui des combinaisons de virus / *S. avenae*, virus / *R. padi*. L'estimation relative (DO ELISA) de la présence *BYDV-MAV A*, *BYDV-MAV B* transmis par *S. fragariae*, a montré que la multiplication du *BYDV-MAV B* est sensiblement différente de celle du *BYDV-MAV A*. Les résultats de la protection croisée tendent à montrer que le *BYDV-MAV B* en position de virus prémunisant inhibe la multiplication du *BYDV-MAV A*. L'étude épidémiologique, menée sur blé tendre var HD 1220 en 1998 dans la région de Blida, a montré que l'incidence de la jaunisse nanisante de l'orge (BYD) était de 27,23%. Les résultats du test DAS et TAS-ELISA ont montré l'abondance de l'infection simple des *BYDV-PAV* (28%), *BYDV-MAV* (25%), *CYDV-RPV* (14%) et *RMV* (13%). Les infections mixtes sont représentées le plus souvent en infection double (*BYDV-PAV*+*BYDV-MAV*) 11,22%, suivi de (*BYDV-PAV*+*BYDV-CYDV-RPV*) 3,74%, (*BYDV-MAV*+*CYDV-RPV*) 1,87%, (*BYDV-MAV*+*CYDV-RPV*), (*BYDV-PAV*+*RMV*), (*BYDV-MAV*+*RMV*) et (*BYDV-PAV*+*SGV*) 0,93% chacun. L'infection triple est représentée par (*BYDV-PAV*+*BYDV-MAV*+*CYDV-RPV*) 3,74%. L'analyse de l'immunocapture-RT-PCR révèlent la présence des *BYDV-PAV* profil de type A et des *BYDV-PAV* profil de type B. L'analyse de la variabilité biologique a montré que le *BYDV-PAV CpA* est agressif sur orge cv Plaisant par rapport au *BYDV-PAV CpB*. Sur avoine cv Coast Black, le *RMV* induit des symptômes typiques de BYD.

Mots clés: virus, virus associés au BYD, céréales, épidémiologie, aphides, vecteur.



## SOMMAIRE

Abréviations

Introduction du sujet

**Premier chapitre: Bibliographie introductive**

|   |    |
|---|----|
| <b>I- Caractères et classification des phytovirus</b>             | 1  |
| <b>II-Evolution et variabilité des génomes des virus à ARN</b>    | 2  |
| II-1-Mutations spontanées   | 2  |
| II-2-Recombinaisons   | 3  |
| <b>III-Transmission et dissémination des phytovirus</b>           | 4  |
| III-1-Transmission mécanique                                      | 4  |
| III-2-Dissémination par la semence                                | 4  |
| III-3-Dissémination par la multiplication végétative              | 5  |
| III-4-Transmission par vecteurs biotiques                         | 5  |
| III-4-1-Transmission par les animaux invertébrés                  | 5  |
| III-4-1-1-Nématodes   | 6  |
| III-4-1-2-Arthropodes   | 6  |
| III-4-1-2-1-Insectes  | 6  |
| III-4-1-2-1-1-Homoptères  | 6  |
| III-4-1-2-1-1-1-Aphides   | 7  |
| III-4-1-2-1-1-1-1-Virus non persistant                            | 7  |
| III-4-1-2-1-1-1-2-Virus semi persistant                           | 7  |
| III-4-1-2-1-1-1-3-Virus persistant                                | 7  |
| III-4-2-Transmission par les champignons et les plasmodiophorales | 8  |
| <b>IV-Luteoviridae responsable du BYD</b>                         | 8  |
| IV-1-Distribution de la maladie du BYD                            | 8  |
| IV-2-incidence économique   | 9  |
| IV-3-Composantes du pathosystème du BYD                           | 10 |
| IV-3-1-Plante-hôte  | 10 |
| IV-3-1-1-Symptomatologie  | 10 |
| IV-3-1-2-Gamme d'hôtes  | 10 |
| IV-3-2-Virus  | 11 |
| IV-3-2-1-Généralités sur les <i>Luteoviridae</i>                  | 11 |
| IV-3-2-1-1-Données taxinomiques                                   | 11 |
| IV-3-2-1-2-Biologie moléculaire associée aux virus du BYD         | 12 |
| IV-3-2-1-3-Organisation des génomes des virus du BYD              | 12 |
| IV-3-2-1-3-1-ORF 0  | 13 |
| IV-3-2-2-3-2-ORF 1 et 2   | 13 |
| IV-3-2-2-3-3-ORF 3  | 14 |
| IV-3-2-2-3-4-ORF 4  | 14 |
| IV-3-2-2-3-5-ORF 5  | 14 |
| IV-3-2-2-3-6-ORF 6  | 15 |
| IV-3-2-2-3-7-Séquences non codantes                               | 15 |
| IV-3-2-2-Eléments de biologie associées aux virus du BYD          | 16 |
| IV-3-2-1-1-Modifications cytologiques chez les plantes hôtes      | 16 |



|   |    |
|---|----|
| IV-3-2-2-1-Variabilité sérologique des <i>Luteoviridae</i>                  | 16 |
| IV-3-2-3-Les espèces aphidiennes vectrices                                  | 17 |
| IV-3-2-3-1-Aspects biologiques de la transmission des virus du BYD par puce | 17 |
| IV-3-2-3-2-Spécificité de la transmission                                   | 18 |
| IV-3-2-3-3-Transmission dépendante et encapsidation hétérologue             | 19 |
| IV-3-2-3-4-Mécanisme moléculaire des interactions virus-vecteur             | 19 |
| IV-4-Epidémie et prévision des risques du BYD                               | 20 |
| IV-4-1-Epidémie du BYD  | 20 |
| IV-4-2-Prévision des risques du BYD   | 21 |
| IV-5-Lutte contre la maladie du BYD   | 22 |

## Deuxième chapitre: Matériels et méthodes

|   |    |
|---|----|
| I-Sources des virus   | 24 |
| II-Sites prospectés   | 24 |
| III-Méthodes d'études   | 24 |
| III-1-Méthodes d'échantillonnage  | 24 |
| III-2-Collecte des isolats  | 24 |
| III-3-Identification des pucerons   | 25 |
| III-4- Transmission par pucerons  | 25 |
| III-5-Sources des isolats et espèces d'aphides  | 25 |
| III-3-6-Transmission persistante des <i>Luteovirus</i> et <i>Polerovirus</i>            | 25 |
| III-7-Persistance des <i>BYDV-PAV</i> et <i>BYDV-MAV</i> dans les pucerons              | 26 |
| III-8-Obtention des plantes <i>BYDV-MAV A</i> , <i>BYDV-MAV B</i> et <i>BYDV-MAV BA</i> | 26 |
| III-9-Conservation des virus  | 26 |
| III-10-Méthode d'extraction du virus  | 27 |
| III-11-Tests immunoenzymatiques   | 27 |
| III-11-1-Anticorps utilisés   | 27 |
| III-11-1-1-Anticorps polyclonaux  | 28 |
| III-11-1-2-Anticorps monoclonaux  | 28 |
| III-11-1-2-1-Obtention  | 28 |
| III-11-1-2-2-Isotypage  | 28 |
| III-11-1-2-3-Anticorps monoclonaux utilisés   | 28 |
| III-11-2-Test ELISA   | 28 |
| III-11-2-1-DAS-ELISA  | 29 |
| III-11-2-2-TAS-ELISA  | 30 |
| III-12-Test Immunocapture-RT-PCR  | 31 |
| III-13-Etude épidémiologique  | 31 |
| III-13-1-Terrain expérimental   | 31 |
| III-13-2-Observation et prélèvement d'échantillons                                      | 31 |



|  |       |
|--|-------|
| <b>Troisième chapitre: Résultats et discussions</b>  |       |
| <b>I-Résultats de la sérodétection des virus associés à la jaunisse nanisante de l'orge (BYD) sur les céréales en Algérie.</b>   | 34    |
| I-1-Distribution géographique des populations de pucerons vecteurs du BYD  | 34    |
| I-2-Impact et distribution des symptômes de type BYD   | 34    |
| I-3-Identification et distribution des virus associés au BYD   | 34    |
| I-4-Sévérité des isolats du <i>BYDV-PAV</i> et <i>RMV</i>  | 35    |
| I-5-Fréquence et caractères des sérotypes <i>BYDV-PAV</i> et <i>BYDV-MAV</i> chez l'orge en Belgique   | 35    |
| I-6- Distribution périphériques dans des parcelles de maïs des sérotypes <i>BYDV-PAV</i> et <i>BYDV-MAV</i> en France  | 35    |
| I-6-1-Site I   | 35    |
| I-6-2-Site II  | 35    |
| I-6-3-Site III   | 35    |
| I-7-Discussion   | 36    |
| <b>II-Résultats de l'efficacité de la transmission des virus associés à la jaunisse nanisante de l'orge (BYD) par <i>Sitobion fragariae</i> Walk (Homoptère: <i>Aphididae</i>) en Algérie.</b> | 39    |
| II-1-Transmission persistante des <i>Luteovirus</i> et <i>Polerovirus</i> par différents vecteurs  | 39    |
| II-2-Transmission comparée des <i>BYDV-PAV</i> HD, <i>BYDV-PAV</i> M, <i>BYDV-PAV</i>  | 39    |
| II-3- Persistance du <i>BYDV-PAV</i> CpA, <i>BYDV-PAV</i> CpB, <i>BYDV-MAV</i> A   | 39    |
| <i>BYDV-MAV</i> B  | 39    |
| II-4-Cinétique de la multiplication des <i>BYDV-MAV</i> A et <i>BYDV-MAV</i> B   | 40    |
| II-5-Analyse de la protection croisée entre le <i>BYDV-MAV</i> B et <i>BYDV-MAV</i> A  | 40    |
| II-6-Discussion  | 41    |
| <b>III-Résultats de l'analyse par ELISA et immuno-RT-PCR des virus associés au BYD sur blé tendre</b>  | 43    |
| III-1-Incidence des virus du BYD   | 43    |
| III-2-Fréquences des sérotypes du BYD en infection simple  | 43    |
| III-3-Fréquences des sérotypes du BYD en infection mixte   | 43    |
| III-4-Analyse de la variabilité moléculaire  | 43    |
| III-5-Analyse de la variabilité biologique   | 44    |
| III-6-Discussion   | 44    |
| <b>Conclusion et perspectives</b>  | 46    |
| <b>Références bibliographiques</b>   | 51-68 |