

## Fiche informative sur les organismes de quarantaine

**Beet necrotic yellow vein furovirus****IDENTITE**

**Nom:** Beet necrotic yellow vein furovirus

**Classement taxonomique:** Virus: *Furovirus*

**Noms communs:** BNYVV (acronyme)

Rhizomania (anglais)

Rizomanía (espagnol)

Rhizomanie (français)

**Notes sur la taxonomie et la nomenclature:** 'beet soil-borne furovirus' (BSBV) a la même gamme de plantes-hôtes et de vecteurs que BNYVV et provoque des symptômes similaires (Henry *et al.*, 1986; Lesemann *et al.*, 1989). BSBV a été réparti en trois sérotypes, le sérotype 2 qui a la plus grande répartition est présent en Allemagne, Suède, Royaume-Uni et Etats-Unis, et peut-être dans d'autres pays européens. Aux Etats-Unis, Wisler *et al.* ont montré que les isolats de 'beet soil-borne mosaic furovirus' différaient de BNYVV. Lindsten & Rush (1994) ont identifié un isolat des Etats-Unis comme BSBV lorsqu'ils l'ont analysé en Suède.

Des expériences réalisées en Allemagne ont montré que le sérotype 2 de BSBV se retrouvait dans la majorité des champs où sont présents BNYVV et la rhizomanie (Prillwitz & Schlösser, 1992). Des essais ultérieurs ont montré que le sérotype 2 de BSBV entraînait une réduction du poids de la racine pivot atteignant 40% et que ses symptômes ne pouvaient être différenciés visuellement de ceux de BNYVV. On a donc conclu que le sérotype 2 de BSBV faisait partie du complexe de la rhizomanie (Prillwitz & Schlösser, 1992). Les pertes de rendement dues à BSBV ont été expérimentalement confirmées par Kaufmann *et al.* (1993).

**Code informatique OEPP:** BTNYVX

**Liste A2 OEPP:** n° 160

**Désignation Annexe UE:** I/B

**PLANTES-HOTES**

Toutes les formes cultivées de *Beta vulgaris* sont sensibles (betterave sucrière, fourragère, potagère, blette) ainsi que l'épinard (*Spinacia oleracea*). Les adventices n'ont jamais été trouvées porteuses du virus au champ, même si les Chenopodiaceae peuvent généralement être infectées par inoculation mécanique.

**REPARTITION GEOGRAPHIQUE**

Dans la région OEPP, les premiers dégâts de la rhizomanie ont été observés au cours des années 1950, en Italie, dans la plaine du Pô et la vallée de l'Adige (Canova, 1959). De 1971 à 1982 la maladie a été observée dans un nombre croissant de pays de l'Europe centrale et méridionale: Allemagne, Autriche, France, Grèce, Yougoslavie (Koch, 1982). Elle a aussi été observée dans la plus grande partie de l'Europe de l'est: Bulgarie, Hongrie, Roumanie,

Russie. En 1983 on l'a découverte plus au nord: Belgique, nord de la France, Pays-Bas, Suisse (Richard-Molard, 1985). On considère maintenant que la maladie se rencontre dans la majorité des pays producteurs de betterave de la région OEPP. En 1987 (Hill, 1989), un foyer unique a été signalé dans l'est de l'Angleterre (en cours d'éradication); depuis, plusieurs foyers supplémentaires ont été découverts dans la même partie du Royaume-Uni. Le virus est absent d'Irlande ainsi que des pays nordiques à l'exception de la Suède, où BNYVV a été signalé; cependant d'autres virus transmis par le sol peuvent être responsables des symptômes de la rhizomanie (Lindsten, 1989).

**OEPP:** Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Croatie, Espagne, France, Grèce, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Pologne (Paczuski & Szyndel, 1994), République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni (répartition très limitée, uniquement en Angleterre; en cours d'éradication), Russie (européenne), Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Yougoslavie (République fédérale). L'absence de BNYVV du Danemark a été confirmée par une prospection (Danielsen *et al.*, 1992).

**Asie:** Chine (Neimenggu, Ningxia, Xinjiang), Japon (Hokkaido), Kazakhstan, Kirghizistan, Mongolie, Turquie.

**Amérique du Nord:** Etats-Unis (California, Colorado, Idaho, Nebraska, New Mexico, Texas, Washington, Wyoming).

**UE:** présent.

## BIOLOGIE

Putz *et al.* (1990) ont réalisé une synthèse générale des publications concernant la maladie. 12 isolats de diverses origines (Etats-Unis, Europe, Japon) possèdent des ARN<sub>1</sub> et ARN<sub>2</sub> identiques (voir le paragraphe 'Morphologie'); de petites variations existent entre les ARN<sub>3</sub> et ARN<sub>4</sub> (Kuszala *et al.*, 1986). Les séquences de ces dernières ne sont pas homologues de celles des ARN<sub>1</sub> et ARN<sub>2</sub>. Les ARN<sub>3</sub> et ARN<sub>4</sub> ne sont donc pas subgénomiques. L'ARN<sub>2</sub> porte le code de la protéine de la capsid qui est identique pour tous les isolats, il n'y a donc qu'un seul sérotype. L'un des isolats (F5) contient une cinquième particule composée de fragments de l'ARN<sub>4</sub> (Lemaire *et al.*, 1988); cet isolat semble plus agressif que les autres envers la betterave. On trouve le virus surtout dans les petites racines et il est moins abondant dans la racine pivot. Le virus ne pénètre qu'occasionnellement dans les parties aériennes (feuilles et tiges) et n'a jamais été observé dans les semences.

Des études par PCR (Kruse *et al.*, 1994) ont récemment montré l'existence de deux groupes principaux de souches de BNYVV, les groupes A et B. Le groupe A a été détecté en Autriche, Belgique, Espagne, France (en partie), Grèce, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni (Angleterre), Slovaquie, ex-Yougoslavie ainsi qu'en Asie (Chine, Japon, Kazakhstan, Turquie) et en Amérique du Nord (Etats-Unis). Le groupe B se rencontre en Allemagne et certaines zones en France. Des infections mixtes sont détectées aux limites entre les zones des groupes A et B.

BNYVV est transmis aux *Beta* spp. et est maintenu dans le sol par *Polymyxa betae*, un plasmodiophoromycète du sol, qui est un parasite intracellulaire confiné aux racines des Chenopodiaceae. Il est présent dans la plupart des sols où la betterave a été cultivée (dans toutes les parties de l'Europe) et il n'est pas connu pour provoquer des dégâts significatifs par lui-même. Les particules virales ont été observées dans les zoospores du champignon. Les spores (cystosores), qui sont les formes de survie, peuvent maintenir le virus dans le sol pendant plusieurs années.

Il y a peut-être d'autres virus de la betterave transmis par *P. betae*. Un furovirus du sol attaquant la betterave (BSBV; voir 'Notes sur la taxonomie et la nomenclature') a été décrit au Royaume-Uni comme agent du 'Barney patch disorder' (Henry *et al.*, 1986). C'est aussi un furovirus mais il n'est pas sérologiquement lié à BNYVV. On peut le différencier de BNYVV par une méthode basée sur la PCR (Rush *et al.*, 1994). Kastir *et al.* (1994) ont

trouvé que BSBV était plus largement répandu et uniformément présent que BNYVV. Danielsen *et al.* (1992) ont signalé que BSBV était largement répandu au Danemark où BNYVV est absent.

## DETECTION ET IDENTIFICATION

### Symptômes

La betterave cultivée dans des champs gravement infestés présente des symptômes très caractéristiques sur les racines développées: prolifération anarchique de petites racines partiellement nécrosées (“barbe poivre et sel”) qui donne son nom à la maladie (rhizomanie ou folie racinaire). La racine présente souvent une constriction (aspect d'entonnoir) et lorsqu'on la coupe, présente un brunissement des tissus vasculaires, ou même de toute son extrémité.

Dans les champs moins sévèrement infestés, les symptômes peuvent être moins intenses et ne concerner qu'une racine latérale, sans constriction, et peut-être sans la “barbe”. Certains de ces symptômes peuvent être provoqués par d'autres facteurs (nématodes, mauvaise structure du sol, etc.). La présence de déformations ressemblant à des tumeurs, particulièrement sur les racelles, est caractéristique.

Le symptôme foliaire le plus utile est visible à la fin de la période de croissance, après une averse; les feuilles tournent au vert très pâle, deviennent translucides et verticales, ce symptôme est réparti par foyers à travers tout le champ. Le jaunissement foliaire suivi d'une nécrose le long des nervures, que l'on observe au Japon et qui a donné son nom au virus (Tamada, 1975) est tout à fait caractéristique mais peu fréquent.

BNYVV peut aussi produire des infections latentes sans symptômes apparents. C'est particulièrement le cas en conditions printanières fraîches (Lindsten, 1986). Des études récentes ont suggéré que l'infection des racines de la betterave par *P. betae* et la transmission du virus étaient partiellement inhibées à basse température (Goffart & Maraite, 1992).

Habituellement, la maladie est répartie par foyers dans les champs. Un ralentissement de croissance peut être observé après 2-3 mois de croissance; un flétrissement précoce est aussi observé pendant les périodes sèches, au début du mois de juillet.

### Morphologie

Le virus a une forme de bâtonnet et une symétrie hélicoïdale; son diamètre est d'environ 20 nm; les isolats français ont un génome quadripartite, réparti en 4 particules, leur longueur étant de 390, 265, 100 et 85 nm, correspondant à des ARN de respectivement 7100, 4800, 1800 et 1500 nucléotides. Le virus a été entièrement séquencé (Bouzoubaa *et al.*, 1987).

### Méthodes de détection et d'inspection

Chez la betterave, la méthode de détection la plus efficace et la plus simple est un test ELISA, pratiqué sur du jus brut extrait de racines latérales ou de l'extrémité de la racine pivot (Putz, 1985). Le seuil de sensibilité est de 2-6 ng de virus par g de tissu. Les résultats obtenus de cette manière sont plus fiables que ceux obtenus par l'inoculation de plantes indicatrices (*Chenopodium quinoa*). Des méthodes de tests rapides sont maintenant disponibles (Schaufele *et al.*, 1995).

Dans un sol ou le sol adhérent, un test biologique est nécessaire. Des betteraves sont cultivées dans le sol suspect et un test ELISA est effectué sur leurs racines. Pour de très petits échantillons de sol, des tests miniatures ont été mis au point (Merz & Hani, 1985).

On peut utiliser des tests avec des plantules de betterave sucrière repiquées pour estimer le niveau d'infestation par BNYVV ainsi que pour calculer des pertes de rendement potentielles (Goffart *et al.*, 1989). Cependant ces tests ne sont pas assez fiables pour

détecter des niveaux d'infestation très faibles et ne conviennent donc pas pour établir que les champs sont indemnes du virus (Büttner & Bürcky, 1990).

## **MOYENS DE DEPLACEMENT ET DE DISPERSION**

Les principaux moyens de dissémination sont les racines de plantes atteintes, plançons de betterave infectés (potentiellement importés par les sélectionneurs), et le sol contenant *P. betae* porteur de BNYVV (qui pourrait adhérer aux betteraves ou aux pommes de terre, ou à tout légume cultivé dans un sol infesté). Les résidus de betteraves sucrières, l'eau de lavage et les équipements agricoles (particulièrement les engins de récolte) sont les principaux agents de la dissémination au niveau local. Le fumier d'étable peut aussi jouer un rôle dans la dissémination de BNYVV car *P. betae* est capable de passer par le transit intestinal des animaux sans être endommagé (Heijbroek, 1988).

## **NUISIBILITE**

### **Impact économique**

La rhizomanie provoque de graves dégâts partout où elle est présente; les pertes peuvent atteindre 50-70% du poids de la racine et de 2 à 4 points du pourcentage de la teneur en sucre. Comme BNYVV peut survivre dans le sol pendant de nombreuses années sans aucune diminution d'intensité, sa présence rend nécessaire d'éviter la culture de la betterave sucrière dans les sols gravement infestés.

BNYVV a montré une grande capacité de dissémination au niveau local à partir des champs contaminés et, à se disséminer vers des zones préalablement indemnes du virus. L'origine exacte de l'épidémie depuis les années 1970 est obscure. Cependant, il est certain que de vastes zones de culture de la betterave en Europe étaient jusque récemment indemnes de BNYVV et il y a eu une dissémination considérable dans les pays européens. Son absence de certains pays et de certaines régions a été confirmée par des prospections intensives.

### **Lutte**

Les méthodes de lutte chimique contre le vecteur sont soit trop coûteuses (désinfection du sol au bromure de méthyle), soit inefficaces. La recherche de cultivars résistants ou tolérants a été activement poursuivie depuis 1978: les résultats obtenus ont été très encourageants. Des progrès sont faits chaque année et les meilleurs cultivars nouveaux limitent les pertes à 15% dans les sols gravement infestés. Büttner *et al.* (1994) proposent un test pédologique pour déterminer le risque de rhizomanie, pour aider à choisir les cultivars qu'il convient de semer.

### **Risque phytosanitaire**

BNYVV est un organisme de quarantaine A2 de l'OEPP (OEPP/EPPO) mais il n'a une importance de quarantaine pour aucune autre organisation régionale de protection des végétaux. Dans la région OEPP, la betterave sucrière est très fréquemment cultivée et représente une culture spéculative importante pour les agriculteurs qui la produisent. Des zones très vastes sont encore indemnes du virus, particulièrement en Europe du Nord. Cependant des études biologiques et épidémiologiques semblent indiquer que la zone climatique dans laquelle l'organisme peut entraîner des pertes de rendement considérables est définie par les besoins en température du pathogène. Si les recherches futures dans ces directions confirment ces suggestions, une réévaluation du risque phytosanitaire de BNYVV sera nécessaire.

## MESURES PHYTOSANITAIRES

Les mesures visent à éviter la dissémination vers de nouveaux pays et à limiter la dissémination dans les pays déjà contaminés. Les zones dans lesquelles les semences et les plançons de betterave sont produits devraient être maintenus sous surveillance phytosanitaire permanente. Toutes les semences et plançons importés devraient provenir d'un champ (ou de préférence d'une zone) indemne de BNYVV. Les semences de betterave des zones infestées devraient être maintenues particulièrement indemnes d'impuretés (sol) et ne devraient pas contenir plus de 0,5% de matière inerte (autre que le matériel d'enrobage) dans le cas de semences certifiées et 1% pour les semences standard (OEPP/EPPO, 1990).

Les pays où BNYVV est absent feraient bien de recommander aux importateurs de légumes provenant de pays infestés de prendre des précautions particulières concernant les déchets végétaux, résidus de sol et liquides (MAFF, 1985). Des fumigations de bromure de méthyle ont été utilisées avec succès dans l'éradication à petite échelle de BNYVV des parcelles atteintes (Henry *et al.*, 1992), mais l'on ne peut probablement pas pratiquer cette méthode à une plus grande échelle.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bouzoubaa, S.; Quillet, L.; Guilley, H.; Jonard, G.; Richards, K. (1987) Nucleotide sequence of beet necrotic yellow vein virus RNA-1. *Journal of General Virology* **68**, 615-626.
- Büttner, G.; Bürcky, K. (1990) Experiments and considerations on the detection of BNYVV in soil by means of bait plants. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **97**, 56-64.
- Büttner, G.; Mutzek, E.; Bürcky, K. (1994) [Possibilités de prévision de la rhizomanie comme aide à la décision pour la sélection de variétés adaptées]. *Gesunde Pflanzen* **46**, 33-39.
- Canova, A. (1959) [Pathologie de la betterave sucrière]. *Informatore Fitopatologico* **9**, 390-396.
- Danielsen, S.; Mugrabi, M.; Albrechtsen, M.; Thomsen, A. (1992) Rhizomania in sugar beet. Survey for beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) and beet soil borne virus (BSBV) in Denmark 1988-1989 and host range of *Polymyxa betae*, BNYVV and BSBV. *Tidsskrift for Planteavl* **96**, 309-316.
- Goffart, J.P.; Horta, V.; Maraite, H. (1989) Inoculum potential and host range of *Polymyxa betae* and beet necrotic yellow vein furovirus. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **19**, 517-525.
- Goffart, J.P.; Maraite, H. (1992) Influence of temperature on *Polymyxa betae* and beet necrotic yellow vein virus (BNYVV). *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* **57** (in press).
- Heijbroek, W. (1988) Dissemination of rhizomania by soil, beet seeds and stable manure. *Netherlands Journal of Plant Pathology* **94**, 9-15.
- Henry, C.M.; Jones, R.A.C.; Coutts, R.H.A. (1986) Occurrence of a soil-borne virus of sugar beet in England. *Plant Pathology* **35**, 585-591.
- Henry, C.M.; Bell, G.J.; Hill, S.A. (1992) The effect of methyl bromide fumigation on rhizomania inoculum in the field. *Plant Pathology* **41**, 483-489.
- Hill, S.A. (1989) Sugarbeet rhizomania in England. *Bulletin OEPP/EPPO* **19**, 501-508.
- Kastirr, U.; Pfeilstetter, E.; Burgermeister, W. (1994) Virus content and virulence of *Polymyxa betae* isolates obtained from different regions in Europe. *Journal of Phytopathology* **141**, 369-374.
- Kaufmann, A.; Koenig, R.; Rohloff, H. (1993) Influence of beet soil-borne virus on mechanically inoculated sugar beet. *Plant Pathology* **42**, 413-417.
- Koch, F. (1982) [Rhizomanie de la betterave sucrière]. In: *Compte Rendu du 45e Congrès d'Hiver de l'Institut International de Recherches Betteravières*, pp. 211-238. Institut International de Recherches Betteravières, Brussels, Belgium.
- Kruse, M.; Koenig, R.; Hoffmann, A.; Kaufmann, A.; Commandeur, U.; Solovyev, A.G.; Savenkov, I.; Burgermeister, W. (1994) Restriction fragment length polymorphism analysis of reverse transcription-PCR products reveals the existence of two major strain groups of beet necrotic yellow vein virus. *Journal of General Virology* **75**, 1835-1842.
- Kuszala, M.; Ziegler, V.; Richards, K.; Putz, C.; Guilley, H.; Jonard, G. (1986) Beet necrotic yellow vein virus: different isolates are serologically similar but differ in RNA composition. *Annals of Applied Biology* **109**, 155-162.

- Lemaire, O.; Merdinoglu, D.; Valentin, P.; Putz, C.; Ziegler-Graff, V.; Guilley, H.; Jonard, G.; Richards, K. (1988) Effect of beet necrotic yellow vein virus RNA composition on transmission by *Polymyxa betae*. *Virology* **162**, 232-235.
- Lesemann, D.E.; Koenig, R.; Lindsten, K.; Henry, C. (1989) Serotypes of beet soil-borne furovirus from FRG and Sweden. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **19**, 539-540.
- Lindsten, K. (1986) [Rhizomanie - une maladie complexe de la betterave sucrière qui peut aussi se produire en Suède]. *Växtskyddsnotiser* **50**, 111-118.
- Lindsten, K. (1989) Investigations concerning soil-borne viruses in sugarbeet in Sweden. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **19**, 531-537.
- Lindsten, K.; Rush, C.M. (1994) First report of beet soilborne virus in the United States. *Plant Disease* **78**, 316.
- MAFF (1985) *A code of practice for the safe disposal of waste from imported vegetables*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, Royaume-Uni.
- Merz, V.; Hani, A. (1985) [Un test par plante appât pour déterminer le potentiel d'infection de BNYVV et *Polymyxa betae* dans des échantillons de sol]. In: *Compte Rendu du 48e Congrès d'Hiver de l'Institut International de Recherches Betteravières*, pp. 421-430. Institut International de Recherches Betteravières, Brussels, Belgium.
- OEPP/EPPO (1988) Data sheets on quarantine organisms No. 162, Beet necrotic yellow vein virus. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **18**, 527-532.
- OEPP/EPPO (1990) Exigences spécifiques de quarantaine. *Document technique de l'OEPP n° 1008*.
- Paczuski, R.; Szyndel, M.S. (1994) [Présence de la rhizomanie en Pologne]. *Ochrona Roslin* **38**, 9-10. 5
- Prillwitz, H.; Schlösser, E. (1992) Beet soil-borne virus: occurrence, symptoms and effect on plant development. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* **57** (in press).
- Putz, C. (1985) Identification methods for beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) and related viruses in beets. In: *Compte Rendu du 48e Congrès d'Hiver de l'Institut International de Recherches Betteravières*, pp. 391-398. Institut International de Recherches Betteravières, Brussels, Belgium.
- Putz, C.; Merdinoglu, D.; Lemaire, O.; Stocky, G.; Valentin, P.; Wiedemann, S. (1990) Beet necrotic yellow vein virus, causal agent of sugarbeet rhizomania. *Review of Plant Pathology* **69**, 247-254.
- Richard-Molard, M. (1985) Rhizomanie - situation en 1985. In: *Compte Rendu du 48e Congrès d'Hiver de l'Institut International de Recherches Betteravières*, pp. 347-360. Institut International de Recherches Betteravières, Brussels, Belgium.
- Rush, C.M.; French, R.; Heidel, G.B. (1994) Differentiation of two closely related furoviruses using the polymerase chain reaction. *Phytopathology* **84**, 1366-1369.
- Schaufele, W.R.; Buchse, A.; Buttner, G.; Munzel, L. (1995) [RIZO-QUICK: possibilité d'amélioration du diagnostic de rhizomanie au champ]. *Zuckerindustrie* **120**, 294-298.
- Tamada, T. (1975) Beet necrotic yellow vein virus. *CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses* No. 144. Association of Applied Biologists, Wellesbourne, Royaume-Uni.
- Wisler, G.C.; Liu, H.Y.; Duffus, J.E. (1994) Beet necrotic yellow vein virus and its relationship to eight sugar beet furo-like viruses from the United States. *Plant Disease* **78**, 995-1001.