

# NERVATION NOIRE... COMMENT LA PRÉVENIR?

Odile Carisse, Ph. D. phytopathologiste, Élisabeth Wellman-Desbiens,  
M. Sc., Vicky Toussaint, M. Sc. et Thérèse Otis, agronome.

En collaboration avec l'Association des Jardiniers Maraîchers du Québec (AJMQ) dans le cadre du Programme de partage des frais d'investissement en R&D de la Direction générale de la recherche.

En 1997, la culture des crucifères représentait respectivement, au Québec et en Ontario, 49 et 29% de la production canadienne. Malheureusement, comme la majorité des autres cultures maraîchères, les crucifères sont sujettes à différentes maladies. Les deux principales sont la hernie et la nervation noire. Sous des conditions climatiques propices, la nervation noire peut être la cause de pertes importantes. Lorsque la maladie se développe tôt dans la saison, les plants infectés sont souvent invendables et très sensibles aux pourritures molles causées par d'autres agents pathogènes soit en champ ou en entrepôt. Par contre, lors d'infection légère ou tardive, il est possible d'enlever les feuilles infectées au moment de la récolte. Dans cette situation, aucune perte de rendement n'est observée. Les épidémies de nervation noire sont sporadiques et la gravité des infections est liée aux conditions météorologiques; un temps chaud et pluvieux favorise le développement de la maladie.

## LA MALADIE

La nervation noire est causée par la bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson. Cette maladie, de distribution universelle, est considérée comme une des plus destructives des crucifères. Les choux, choux-fleurs, brocolis, chou de Bruxelles, rutabagas, chou chinois, navets, radis, chou frisés, chou-raves, la moutarde et le canola sont affectés par la nervation noire. Cependant, le chou, le chou frisé et le chou-fleur sont les plus sensibles à la maladie.

## Symptômes

Une bonne connaissance des symptômes de la nervation noire aide à détecter l'infection sur les jeunes plantules. Cependant, il est difficile de voir la maladie à ce stade puisque les symptômes peuvent n'être présents que sur une faible proportion de plantules infectées. On les reconnaît par la présence d'un noircissement à la marge des cotylédons suivi de leur jaunissement et de leur dessèchement.

Sur des plants en pleine croissance, les premiers symptômes visibles se traduisent par l'apparition, en bordure des feuilles, de taches d'apparence grasseuse délimitées par les nervures secondaires. Par la suite, le manque d'eau induit le développement d'une chlorose et l'apparition de lésions de couleur jaunâtre très caractéristiques en forme de V ou de U à l'extrémité des feuilles

(Photos 1 et 2). Si le temps est sec, ces lésions s'assèchent et la progression des symptômes est arrêtée. Inversement, si le temps est humide ou pluvieux, et chaud, la bactérie se multipliera et poursuivra sa conquête des nervures, des pétioles et finalement, des tiges. Le noircissement des nervures, d'où le nom "nervation noire", résulte de leur destruction par la colonisation bactérienne. Ce noircissement est observable lorsque les lésions prennent de l'expansion. Éventuellement, les feuilles gravement infectées se dessèchent entièrement et tombent.

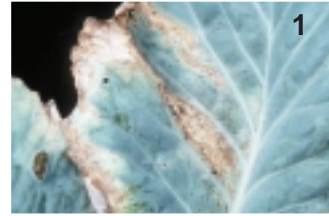
L'infection par une blessure à la surface d'une feuille provoque la création de symptômes atypiques souvent confondus avec plusieurs autres désordres. Un simple halo de couleur jaune entoure alors l'abrasion et dégénère par la formation de plages nécrotiques. Cette situation entraîne rarement la colonisation des vaisseaux de la plante.

Dans des cas extrêmes, il est possible d'observer des pourritures molles causées par des parasites secondaires comme *Erwinia carotovora* ou *Pseudomonas marginalis*. De plus, la présence de champignons opportunistes peut masquer les symptômes.

## Progression de l'infection

La bactérie responsable de la nervation noire progresse habituellement de la marge des feuilles vers l'intérieur de ces dernières. Les portes d'entrée par excellence de la bactérie sont les hydathodes à l'aboutissement des nervures en marge des feuilles qui permettent la guttation. La plante transpire sous des conditions d'humidité très élevée et au moment de la rosée matinale, de multiples gouttelettes suintent en marge des feuilles (Photo 3). Les bactéries incorporées dans ces gouttes pénètrent dans les feuilles lorsque la transpiration de la plante s'accélère et lorsque les stomates, sur les faces inférieure et supérieure des feuilles, s'ouvrent. De plus, les bactéries peuvent pénétrer par les blessures causées par des vents violents, la grêle, les insectes, le sarclage, etc. L'infection via des blessures racinaires est aussi possible lorsque le sol est saturé en eau.

À l'intérieur des vaisseaux de la plante, *X. campestris* pv. *campestris* se multiplie et produit un polysaccharide extracellulaire, le xanthane. La production de ce composé de couleur jaune, épais et mucoïde, en combinaison avec les amas de



bactéries, obstrue partiellement les vaisseaux des plantes, ce qui a comme conséquence de restreindre le flot de l'eau et des éléments nutritifs. Les symptômes et le noircissement des nervures décrits dans la section précédente font alors leur apparition.

## Conditions favorables à l'infection

Une température se situant entre 25 et 28°C, un niveau d'humidité élevé et des conditions pluvieuses favorisent le développement de la nervation noire. Dans ces conditions idéales, les symptômes font leur apparition entre huit et dix jours après l'infection. Par ailleurs, la pénétration et l'évolution de la bactérie sont également possibles à des températures se situant entre 16 et 18°C. Cependant, à ces températures, les symptômes de la maladie sont absents et se développent plus lentement.

## Dispersion au champ de *X. campestris* pv. *campestris*

Une expérience effectuée au CRDH en collaboration avec l'AJMQ a permis de déterminer l'influence de la présence d'un foyer de choux infectés par la nervation noire sur la propagation et le développement de la maladie en champ. Au cours de cette étude, deux types de dispersion ont été mis en évidence : une *dispersion sur un même plant* qui contribue à l'augmentation du niveau de sévérité de la maladie; et une *dispersion entre les plants* qui fait augmenter les risques de pertes à la récolte.

Sur un plant de chou, la bactérie se propage principalement par ruissellement des gouttelettes d'eau contaminée. Sur une plus grande distance, c'est la combinaison des gouttelettes d'eau contaminée, des pluies et des vents en périodes chaudes qui provoque la dispersion de la bactérie.

Cette dispersion varie en fonction de l'intensité des pluies et des vents dominants. Si les orages sont importants, les observations révèlent que la bactérie peut voyager sur une distance de près de huit mètres. Cependant, en absence de pluie, la dispersion et la progression des symptômes restent stables.

Cette expérience nous permet de conclure que les pertes économiques dépendent de la fréquence des pluies lors des périodes chaudes. De nouvelles feuilles sont alors infectées à cause des pluies abondantes, ce qui entraîne une augmentation de la sévérité de la maladie. Dans cette optique, si des plants sont infectés par la nervation noire et que la période couvrant la fin juin et le mois de juillet est pluvieuse, les risques de pertes associées à la nervation noire sont grands.

## SOURCES DE CONTAMINATION ET PRÉVENTION

Les sources de contamination et les agents de dispersion de cette maladie bactérienne sont multiples; le vent, les pluies, l'irrigation par aspersion, les insectes, la machinerie agricole et les humains sont autant de facteurs qui assurent la propagation des bactéries phytopathogènes comme *X. campestris* pv. *campestris*. Il est donc utile de les connaître pour être en mesure de faire un choix éclairé quant aux mesures à prendre pour limiter les dégâts en serres et aux champs.

Comme il n'existe que très peu de produits pour traiter ou pour minimiser les effets de l'agent responsable de la nervation noire, la prévention demeure encore la meilleure arme. Elle est basée sur la combinaison de différentes pratiques de production pour diminuer les sources de contamination plutôt que sur l'emploi de produits anti-parasitaires.

### Traitement des semences

Les semences infectées sont la principale source de contamination de la nervation noire. La présence de trois à cinq graines infectées sur 10 000 suffit pour causer une incidence élevée de la maladie en champ. La maladie est toujours présente à un degré plus ou moins élevé dans plusieurs pays producteurs de semences comme les États-Unis, le Japon et différentes régions de l'Europe. Il importe donc de s'assurer que l'incidence de la nervation noire n'excède pas une graine sur 30 000 dans les lots de semences qu'on achète. Toutefois, comme *X. campestris* pv. *campestris* peut se loger aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des semences et que le contrôle sur la qualité des semences de crucifères est difficile à exercer, il serait prudent de les traiter.

Pour éliminer la bactérie, le traitement des semences à l'eau chaude est fortement recommandé (50°C pendant 25 minutes pour les semences de choux, de brocolis et de choux de Bruxelles et 15 minutes pour les semences de choux-fleurs, navets, rutabagas et choux frisés). Toutefois, ce traitement n'est pas très bien accepté par l'industrie puisqu'il réduit la viabilité des semences et n'élimine pas complètement les bactéries. Par contre, la réduction des infections en

champ justifie les pertes associées aux semences endommagées qui d'ailleurs sont souvent porteuses de la bactérie.

**Attention** : le traitement des semences à la streptomycine est homologué au Canada toutefois, ce traitement peut s'avérer toxique pour certains cultivars de crucifères. Prière de se référer aux agronomes du ministère de l'agriculture de votre province pour les recommandations en vigueur.

### Production de transplants

La présence en serre de plantules infectées par *X. campestris* pv. *campestris* ne peut être négligée. Les bactéries présentes à la surface des cotylédons peuvent se révéler un problème au cours de la période de croissance en serre car elles peuvent être dispersées de plants en plants sous l'action de la rampe d'irrigation. En effet, l'impact des gouttes d'eau pulvérisées sur le feuillage provoque la formation d'aérosols et de micro-gouttelettes qui transportent les bactéries sur une courte distance, sur un même plant ou d'un plant à un autre.

À ce stade, il est difficile, voire impossible, de distinguer les symptômes de la nervation noire car les conditions climatiques requises pour produire des transplants de qualité sont souvent trop fraîches pour que les symptômes s'expriment sur les feuilles. La bactérie colonise les feuilles qui restent d'apparence saine et elle peut survivre quelque temps sous cette phase latente. Si les conditions environnementales suivant la transplantation des plantules sont propices au développement de la nervation noire, il y aura explosion des symptômes en champ. Plus il y a de foyers de contamination, plus l'infection progresse rapidement.

### Régie au champ

**Élimination des plants infectés** Un dépistage précoce des plants infectés en serre et en champ ainsi que le retrait des feuilles infectées peut aider à diminuer les dommages de la nervation noire. Éviter toutefois les amas de débris de crucifères potentiellement infectés à proximité des champs de production pour diminuer les risques de dispersion par les pluies, les insectes et les humains. (Voir *Débris de culture* ci-après)

**Transplantation** Après leur transplantation au champ, les plants contaminer pourront infecter les plants voisins sur une distance plus ou moins grande selon le vent, les pluies, l'irrigation par aspersion, les insectes, la machinerie agricole et les humains. Il a été démontré que l'impact des gouttes de pluie sur des feuilles de choux en guttation est un excellent moyen de propagation de la bactérie responsable de la nervation noire.

**Rotation des cultures** Pour éliminer les bactéries ayant survécues dans les débris, une rotation des cultures de trois ans est recommandée en alternance avec des cultures non apparentées aux crucifères. Les plantes de la famille des solanacées (tomates, piments, pommes de terre) et des cucurbitacées (concombres, melons) sont immunisées contre la nervation noire.

**Débris de culture** Des expériences effectuées dans l'État de Georgie et dans la région de Moscou ont démontré la survie de *X. campestris* pv. *campestris* dans le sol protégé par des débris de culture de choux pendant une période approximative de deux années. Ces même études révèlent que l'agent pathogène peut également survivre librement dans le sol durant 40 à 60 jours. Une autre étude effectuée dans l'État de Washington a démontré la présence de la bactérie dans les débris de choux infectés aussi longtemps que ces débris ne sont pas entièrement décomposés.

Pour fournir des indications concernant la survie de la bactérie sous les conditions hivernales du Québec, une expérience du CRDH co-financée par (AJMQ) a permis d'étudier la survie de l'agent pathogène sous les conditions climatiques de la Montérégie. Les résultats ont démontré que la capacité de survie à l'hiver de *X. campestris* pv. *campestris* était supérieure en présence de débris de culture de choux peu décomposés, ce qui peut provoquer une infection massive des choux dans un champ en pleine production.

Les débris de choux présents dans les champs à l'automne, à la surface ou enfouis dans le sol, sont rarement complètement décomposés après la période hivernale. Pour favoriser leur décomposition et par le fait même réduire la population totale des bactéries présentes dans les débris, il faudra les déchiqeter avant de les incorporer au sol à l'automne; l'addition d'azote et de compost accélèrera également le processus.

**Répression des hôtes secondaires** Les mauvaises herbes surtout celles de la famille des crucifères constituent une source de contamination non négligeable. Un sarclage et l'ajout d'herbicides les jours suivant la transplantation aideront à diminuer leur taux de germination au cours de l'été.

Ces hôtes secondaires servent de support physique aux bactéries, permettent leur multiplication et deviennent une source majeure d'inoculum. Parfois, les mauvaises herbes présentent les symptômes typiques de la nervation noire mais la plupart du temps, elles sont asymptomatiques. Les pluies combinées à de forts vents assurent la dissémination des bactéries vers d'autres plantes, sensibles ou non à la maladie. Des expériences effectuées en Georgie et en Californie indiquent que *X. campestris* pv. *campestris* peut être dispersé sur une distance de plus de douze mètres d'une mauvaise herbe à un chou et le contaminer si les conditions sont propices au développement de la maladie. Si le niveau de nervation noire est important dans un champ de production de choux, la proportion de mauvaises herbes infectées présentes dans les environs sera plus élevée. Dans ce cas, il est possible que la distance maximale de dispersion estimée soit alors supérieure à douze mètres.

Voici quelques exemples de mauvaises herbes de la famille de crucifères pouvant servir de support à *X. campestris* pv. *campestris* : la moutarde des oiseaux (*Brassica campestris*), la moutarde noire (*Brassica nigra*), la moutarde des champs (*Sinapsis arvensis*), la bourse-à-pasteur

(*Capsella bursa-pastoris*), la lépidie (*Lepidium* sp.) et le radis sauvage (*Raphanus Raphanistrum*). Une attention particulière doit leur être portée.

**Irrigation et drainage** Simulant l'action des pluies, l'irrigation par aspersion devrait être utilisée avec modération dans les champs présentant la nervation noire à cause des éclaboussures qui permettent la dispersion de la bactérie. La sélection d'un champ bien drainé et assurant une bonne circulation de l'air sera préférable aux champs où l'eau pourrait s'accumuler et offrir un milieu propice au développement de la bactérie.

**Lutte contre les insectes** Pour minimiser les blessures, portes d'entrée des bactéries, il importe de contrôler la mouche du chou, les vers gris et les larves de lépidoptères selon les recommandations prescrites par votre ministère provincial de l'agriculture.

### Hygiène agricole

Pour diminuer le risque de contamination, utiliser serres, machineries agricoles, rampe d'irrigation, et plateaux propres et désinfectés avec une eau javellisée. Éviter d'intervenir lorsque les plants sont humides après une rosée ou une pluie. Éviter le passage de la machinerie agricole d'une section infectée d'un champ vers une section exempte de la maladie. Après avoir travaillé dans un champ infecté, se laver les mains et désinfecter bottes et vêtements de travail.

### Variétés résistantes ou tolérantes

Seulement deux variétés de chou sont considérées comme résistantes à la nervation noire. Il s'agit de «<Early Fuji>> développée au Japon et de «<Badger Inbreds>> créée aux États-Unis. Au Québec, les variétés de chou employés présentent différents niveaux de résistance à la nervation noire mais certains semblent plus sensibles que d'autres à la maladie.

Une étude effectuée au CRDH a permis de comparer la sensibilité à la bactériose de plusieurs variétés de chou et de choux-fleurs couramment utilisées. Suite à cette recherche, quatre cultivars de chou se sont démarqués par leur tolérance à la nervation noire. Il s'agit des cultivars «<Tenacity>>, «<Pacifica>>, «<Izalco>> et «<Tristar>>. Le cultivar «<Albion>>, démontrant une bonne tolérance au cours de la saison, s'est révélé très sensible aux pourritures molles au moment de la récolte. Un seul cultivar de chou-fleur, «<White Rock>>, a démontré une tolérance à la nervation noire. Voir Tableau 1.

### EN RÉSUMÉ...

Malgré toutes les recherches intensives portant sur la nervation noire, le problème est toujours présent ou latent années après années. Un usage adéquat des méthodes prophylactiques suppose une connaissance approfondie des principales sources de contamination (Figure 2), dont voici un bref résumé :

- Infection des lots de semences de crucifères par la nervation noire sous le seuil de détection.
- Production, en serre, de transplants infectés

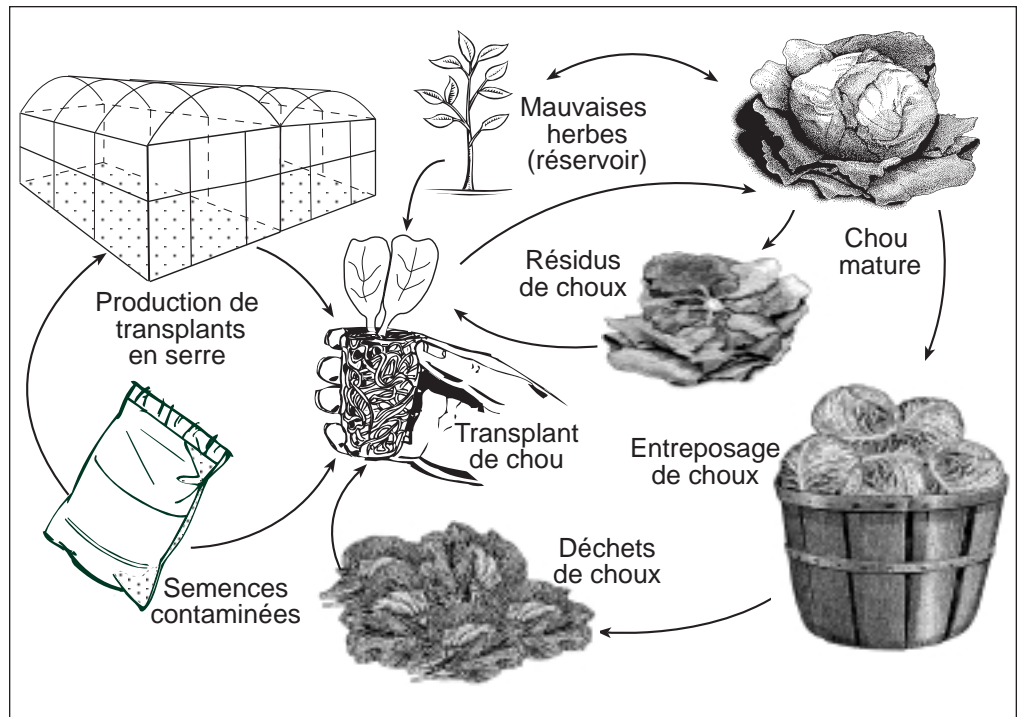


Figure 2. Schéma de survie de la bactérie pathogène.

par *X. campestris* pv. *campestris*. Souvent, à ce stade, la bactérie est latente à la surface des jeunes feuilles. Les plantules semblent alors être saines.

- Après transplantation au champ, développement des symptômes de la nervation noire si les conditions environnementales sont propices.
- Présence de débris de chou en décomposition et de mauvaises herbes dans les champs assurant une infection secondaire.
- Dispersion de la bactérie sous l'action des pluies, des insectes, de la machinerie agricole, des humains, de l'irrigation par aspersion et réinfection des choux voisins via les hydathodes, les stomates et des blessures.
- Réinfection possible d'un plant contaminé par le ruissellement de l'eau.
- Infection par des parasites secondaires en entreposage.

### Suggestions de site web intéressants

- <http://axp.ipm.ucdavis.edu/PMG/r108100211.htm>
- <http://ohioline.ag.ohio-state.edu/hygfact/3000/3125.htm>
- <http://www.elders.com.au/Elders/merch/hortic/hrdc/vg/vg204.htm>
- <http://www.orst.edu/dept/botany/epp/guide/C/cabaurrot.htm>
- <http://www.acesag.auburn.edu/department/ipm/blackrot.htm>

### RÉFÉRENCES

- Alvarez, A.M., J.J. Cho et T.M. Hori. 1987. Black rot of cabbage in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station Research Series 051-08.87. 20p.

Tableau 1. Sensibilité de différents cultivars de chou et de choux-fleurs (CF) à la nervation noire

Très sensible	Sensible	Peu sensible
King Cole	Danish Ball (CF)	Pacifica
Alladin	Lennox	Izalco
Bartolo	Storage 4	Albion
Storage 48	Rocket F1	Tenacity
Charmante	Incline (CF)	White Rock (CF)
Store Head	Amtrack	
Custodian	Tristar	
	Yukon (CF)	
	Andes (CF)	
	Hiton	
	Quisto	

### REMERCIEMENTS

Merci à l'Association des jardiniers maraîchers du Québec, à M. Alain Gravel, à M. Georges Simioni et à Messieurs Réjean et Gilles Boulé pour leur contribution et leur collaboration à ce projet.

### COMMANDE POSTALE

Ce feuillet technique est disponible gratuitement à l'adresse suivante :  
Demande de publications  
Centre de R&D en horticulture  
430, boul. Gouin  
Saint-Jean-sur-Richelieu, Qc  
CANADA J3B 3E6

- Dzhalilov, F.S. et R.D. Tiwari. 1995. Soil and cabbage plant debris as infection sources of black rot. Arch. Phytopath. Pflanz. 29 : 383-386.
- Kocks, C.G. et J.C. Zadoks. 1996. Cabbage refuse piles as sources of inoculum for black rot epidemics. Plant Disease. 80 : 789-792.
- Lacroix, M. 1998. Distinction entre la nervation noire et la tache bactérienne des crucifères. Fiche sur les problèmes phytosanitaires (feuillet # 98-2). Gouvernement du Québec, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction générale des affaires régionales.
- Rat, B. et J.-F. Chauveau. 1985. La nervation noire des crucifères. Phytoma. Juillet-août 1985 : 41-42.
- Schaad, N.W. et J.C. Dianese. 1981. Cruciferous weeds as sources of inoculum of *Xanthomonas campestris* in black rot of crucifers. Phytopathology. 71 : 1215-1220.
- Schaad, N.W. et W.C. White. 1974. Survival of *Xanthomonas campestris* in soil. Phytopathology. 64 : 1518-1520.
- Schaad, N.W., W.R. Sitterly et H. Humaydan. 1980. Relationship of incidence of seedborne *Xanthomonas campestris* to black rot of crucifers. Plant Disease. 64 : 91-92.
- Schultz, T. et R.L. Gabrielson. 1986. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in Western Washington crucifer seed fields : occurrence and survival. Phytopathology. 76 : 1306-1309.
- Williams, P.H. 1980. Black rot : A continuing threat to world crucifers. Plant Disease. 64 (8) : 736-742.