

Aide-mémoire

Plants de pommes de terre Minimiser le risque de jambe noire et de pourriture molle

Ch. Ochsenbein et A. Keiser – HESA Zollikofen ¹⁾

Le plus important en bref

- ⇒ Les bactéries *Erwinia* peuvent provoquer la jambe noire, la pourriture des tiges, le flétrissement bactérien et la pourriture molle des tubercules.
- ⇒ Elles appartiennent ainsi aux agents pathogènes les plus importants dans la culture de pommes de terre.
- ⇒ L'utilisation des plants sains fait partie des principales mesures de lutte.
- ⇒ Les mesures suivantes contribuent à une récolte de plants sains:
 - épuration des cultures éviter la battance des sols et les eaux stagnantes
 - récolte soigneuse dans des conditions sèches
 - séchage rapide de la récolte
 - stockage au frais

¹⁾ Avec le concours des représentants de Agroscope ACW et ART ainsi que des établissements multiplicateurs à l'occasion d'un workshop. La bibliographie complète est disponible auprès des auteurs.

Situation de départ

Au cours des années passées, une augmentation de maladies dues aux bactéries *Erwinia* a été constatée. Les causes sont les suivantes : un éventail plus large des espèces d'*Erwinia* avec un comportement plus agressif, le réchauffement du climat et la rationalisation dans la culture. *Erwinia* est parmi les agents pathogènes les plus importants économiquement dans la culture de pommes de terre.

Les symptômes

Lors d'infections précoces des pousses par les bactéries *Erwinia*, des manques de peuplement apparaissent au champ. Avec une infection plus tardive, différents symptômes peuvent être distingués : la jambe noire, la pourriture des tiges, le flétrissement bactérien et la pourriture molle des tubercules.

Les symptômes peuvent se manifester différemment selon la variété, le temps, la période d'infection et l'agent pathogène. Par temps frais, humide et nuageux, les plantes infectées sont souvent moins bien décelées, car les flétrissements apparaissent moins nettement.

(Sources: Cazelles et Schwärzel 1992; Häni *et al.* 2006; Radtke *et al.* 2000)

Jambe noire

La jambe noire peut se manifester en partie déjà au printemps sur de jeunes plantes, cependant l'infection devient principalement visible seulement en début d'été (juin/juillet). Pour des plantes atteintes plus tard, souvent seules quelques tiges tombent malades. Celles-ci présentent dans leur partie souterraine et jusqu'à plusieurs centimètres au-dessus du sol une décoloration allant du noir profond au brun clair. Elle est souvent mielleuse. Les stolons sont également colorés. Les tiges se laissent facilement arracher, car leurs racines sont détruites. Elles se plient fréquemment. Les plantes peuvent flétrir et plus tard également jaunir. Lorsque l'infection n'est pas encore trop avancée, les folioles des tiges contaminées peuvent s'enrouler plus ou moins fortement de la nervure moyenne vers le haut. Elles ne possèdent cependant pas la consistance ferme qu'elles ont en cas d'infection par le virus de l'enroulement. Les feuilles et les tiges sont en outre redressées. Contrairement à l'infection par *Rhizoctonia*, les faisceaux vasculaires sont bruns. L'épiderme se détache facilement des tiges pourries. Il peut aussi y avoir une pourriture aqueuse brune à la base de la tige.

Pourriture des tiges

La pourriture des tiges apparaît sur la partie supérieure des pousses sans symptômes typiques de la jambe noire à la base de la tige. Il s'agit de surfaces brun noir irrégulières ; celles-ci se développent en une pourriture aqueuse qui entraîne le flétrissement et la mort de la tige entière. La pourriture des tiges peut être causée par des blessures ou par une montée des agents pathogènes à l'intérieur de la tige.

Flétrissement bactérien

Les feuilles des pousses terminales flétrissent en premier. Ensuite, deux évolutions sont possibles :

1. La tige flétrit et avec le temps se décompose complètement en pourriture aqueuse accompagnée d'une coloration brune plus ou moins forte. Au bout de quelques jours, la plante s'effondre et dessèche.
2. La tige reste assez longtemps verte et sèche, alors que l'intérieur se décompose en pourriture sèche ou humide reconnaissable à sa couleur brun foncé. La moelle de la tige reste toutefois ferme. Plus tard, des déchirures se forment dans la tige d'où la pourriture prolifère.

Pourriture molle des tubercules

La pourriture molle des tubercules et la jambe noire sont souvent déjà associées au champ. Les tubercules atteints tôt peuvent être complètement détruits jusqu'à la récolte. Selon le mode de contamination, la pourriture débute au bout du stolon ou aux lenticelles. Les parties atteintes montrent d'abord une décoloration légèrement brune. Un halo brun, qui plus tard se creuse, apparaît sur les lenticelles infectées. La transformation de la chair en une bouillie aqueuse est typique de la maladie. Elle n'est retenue que par la peau d'une consistance de parchemin qui éclate à la moindre pression. La pourriture incolore qui en sort devient rapidement rougeâtre à brun foncé au contact de l'air. Elle dégage une odeur de moisi et de renfermé. La maladie est causée par des blessures ou par infection de pourriture brune (mildiou). Les tissus décomposés sont souvent colonisés en plus par d'autres bactéries, ce qui peut, dans des conditions d'anaérobies, produire une odeur très repoussante (acide butyrique) et l'écoulement de mucosités purulentes.

Les agents pathogènes

Trois types d'*Erwinia* peuvent causer la maladie. Au cours des dernières années ils ont été reclassés et rebaptisés (voir tableau). Selon le type, les plants ont une importance différente. La distinction des agents pathogènes nécessite fréquemment un diagnostic au laboratoire.

Ancienne appellation	Nouvelle appellation	Importance	Autres plantes hôtes
<i>Erwinia carotovora</i> ssp. <i>atroseptica</i> (Eca)	<i>Pectobacterium atrosepticum</i> (Pca)	<ul style="list-style-type: none"> •agent pathogène de la jambe noire le plus fréquent dans les pays d'Europe du nord. •préfère une température plus fraîche 	Limitée essentiellement aux pommes de terre
<i>Erwinia carotovora</i> ssp. <i>carotovora</i> (Ecc)	<i>Pectobacterium carotovorum</i> (Pcc)	<ul style="list-style-type: none"> •souvent isolée lors de pourriture molle des tubercules et pourriture des tiges (p.ex. après humidité stagnante) •mène plus rarement à la jambe noire •bien étendue dans le sol et sur les tubercules •plutôt un parasite de faible 	Très large spectre d'hôtes (légumes, tournesols, tabac, etc.)
<i>Erwinia chrysanthemi</i> (Ech)	<i>Dickeya dianthicola</i> (Dcd)	<ul style="list-style-type: none"> •agent pathogène le plus courant de la jambe noire en Suisse (sa fréquence a augmenté) •préfère les températures élevées •est présent dans les ruisseaux 	Tomates, endives, artichauts (moins analysé)

Rôle des plants

Les plantes aussi bien que les tubercules sont souvent contaminés par un nombre peu élevé de bactéries, sans que les symptômes d'une infection soient reconnaissables (infection latente). Les bactéries se trouvent entre les cellules dans les pores de respiration (lenticelles), dans les blessures sous la couche subéreuse ou dans les faisceaux vasculaires. Pca et Dcd survivent mal dans le sol. Ils y parviennent surtout par les plants de la culture. Le risque de jambe noire et de pourriture molle dans des conditions atmosphériques identiques est d'autant plus grand que les plants sont fortement contaminés de façon latente (pourcentage de tubercules atteints, nombre de bactéries par tubercule). Les conditions au champ déterminent finalement si la maladie se déclare ou pas. Avec Pcc, qui est souvent à l'origine de la pourriture molle mais rarement de la jambe noire, les plants ont moins d'importance. Pcc se propage bien dans le sol sur les restes végétaux et sur les tubercules mais en faibles quantités et cause souvent dans des conditions humides la pourriture molle.

Apparition de la maladie

Normalement les bactéries peuvent être tenues en échec par les mécanismes de défense de la pomme de terre. Aussitôt que les conditions sont favorables, les bactéries se multiplient de façon explosive. Ils produisent maintenant assez d'enzymes (pectinase) pour dissoudre les parois cellulaires des tubercules et des pousses, et la maladie se déclare. C'est souvent le cas lors de conditions humides et d'anaérobies. Un manque d'oxygène abaisse la capacité défensive de la pomme de terre. Les conditions sont propices lors d'une battance superficielle des sols (p. ex. après de violents orages), avec la présence d'eaux de retenue et lors de compactage.

Développement de la maladie

La multiplication des bactéries *Erwinia* commence généralement sur le tubercule mère pourrissant. Avec la montée de la sève dans les faisceaux vasculaires, elles atteignent les parties supérieures de la tige. Lors d'une forte multiplication dans les faisceaux vasculaires, elles conduisent à la jambe noire et à la pourriture des tiges. L'interruption du flux d'eau entraîne l'apparition de flétrissements et de chloroses (jaunissement). Plus le tubercule mère pourrit rapidement à cause d'*Erwinia* (avec de l'humidité et un manque d'oxygène), plus une infection des parties végétales en surface est probable. L'infection des tubercules se transmet soit par les faisceaux vasculaires des stolons, soit par le sol directement de tubercule à tubercule. Dans le sol, plus les conditions sont humides, plus les bactéries sont mobiles. L'humidité et un manque d'oxygène ont aussi pour conséquence que la couche subéreuse des lenticelles gonfle sur le tubercule et devient perméable. De cette façon, les bactéries peuvent pénétrer plus profondément dans la peau des tubercules. Au stock aussi, la propagation et la pénétration sont favorisées par de la terre humide, de l'eau de condensation, des températures élevées et des blessures aux tubercules. Dans ces conditions, elles se multiplient énormément. Les bactéries qui adhèrent seulement à la peau meurent lors de conditions sèches au stockage. Même sans l'apparition de pourriture molle, le risque d'une nouvelle propagation l'année suivante augmente lors de conditions de stockage défavorables. Par conséquent, un bon climat de stockage est particulièrement important pour les plants de pommes de terre.

Divers aspects de la maladie *Erwinia chrysanthemi*





Photos : SEMAG Lyssach

Dégâts

Les plantes infectées meurent souvent entièrement ou leur capacité de rendement est fortement réduite. La pourriture molle dans le champ peut également conduire à des pertes de récolte considérables. Au cours des dernières années, la propagation de la pourriture molle au stock a pu être mieux contrôlée grâce à l'amélioration des techniques de stockage. Le producteur de plants de pommes de terre peut se voir refuser sa marchandise en raison d'une infection d'*Erwinia*. Contrairement à la marchandise de consommation, les plants de pommes de terre atteints de pourriture molle ne peuvent pas être mis en valeur prématurément. Ils doivent être stockés jusqu'au printemps lorsque les températures sont plus élevées pour la pré-germination.

Lutte

Aucun moyen de lutte chimique n'est connu. Par conséquent, la production de plants sains avec une infection bactérienne faible revêt d'une importance prédominante. L'épuration des cultures est un élément essentiel, mais ce n'est toutefois pas une garantie pour la récolte de plants sains. En effet, les tubercules peuvent aussi être fortement contaminés par des bactéries, sans que les symptômes soient visibles au champ. Lors de l'évaluation de l'état sanitaire d'un lot de plants, il faut aussi inclure les observations sur les générations précédentes et des lots parallèles (mêmes plants de base).

Le producteur peut réduire le risque d'une infection avec *Erwinia* par une bonne pratique au champ et au stockage. Plus le risque est grand en raison des conditions atmosphériques, plus les mesures de culture et de stockage deviennent importantes.

Facteurs conduisant à un risque élevé d'infection

- plants contaminés par *Erwinia*
- sites et sols qui ont tendance à la battance et à l'apparition d'eaux stagnantes
- compactage du sol
- temps humide
- récolte lors de conditions humides
- variétés sensibles*

* La résistance à *Erwinia* n'est pas connue pour toutes les variétés et fait l'objet des études actuelles. Charlotte, Désirée et Innovator font partie des variétés les plus résistantes.

Mesures pour une production de plants peu infectés

Plants de base	Observer les principes d'un bon stockage dès la réception jusqu'à la prégermination (frais, sec, aéré, cf. stockage ci-après). Éviter les blessures aux germes, elles servent de porte d'entrée
Emplacement	Renoncer aux emplacements où les eaux stagnantes et la battance des sols sont fréquents. N'y planter en aucun cas des variétés sensibles.
Travail soigné du sol	Diminuer le risque de compactage et de lissage. Favoriser la structure du sol par un travail soigneux Ne pas utiliser la herse et la fraiseuse-butteuse trop intensivement (une surface fine augmente le risque de battance)
Éviter les ornières	Utiliser les fraiseuses-butteuses et les défaneuses lors de conditions sèches
Irrigation modérée	Doser les arrosages de façon à ce qu'ils n'entraînent ni battance ni eaux stagnantes
Epuration	Épurer régulièrement les cultures, évacuer du champ les plantes et leurs tubercules infectés par <i>Erwinia</i> Noter le nombre de plantes épurées et l'annoncer au visiteur de culture
Récolte	Récolter lorsque le sol est bien ressuyé Adapter la vitesse de récolte afin que les tubercules pourris puissent être déjà éliminés sur la machine Récolter à la fin et séparément les mouilles du champ Récolter soigneusement les plants comme des pommes de terre de consommation (éviter les chutes et les blessures).
Stockage (cf. aussi ci-après)	Principe: sec, frais et suffisamment aéré Sécher rapidement la récolte (ventilation) Éviter la condensation Observer une bonne hygiène de stockage

Principes d'un bon stockage

Importance

Le stockage au frais et sec, suffisamment aéré, est une condition importante pour des plants sains et vigoureux, même si aucune pourriture molle n'est présente. Pour les lots à risque élevé (récolte par conditions humides, tubercules pourris), une bonne gestion du stock est d'autant plus importante.

Phase 1 Séchage

Il y a quatre phases distinctes dans le stockage: le séchage, la cicatrisation, le refroidissement et la conservation. La phase la plus importante pour la lutte contre *Erwinia* est un séchage rapide dès que possible après la récolte. Idéalement, le lot est stocké dans les trois premiers jours et aéré activement avec de l'air sec (10-12 h par jour, 50 m³/t/h). Selon la température et l'humidité de l'air, le lot est ainsi séché en peu de jours. Les lots récoltés humides devraient être aérés 24 heures sur 24 au cours des trois premiers jours d'entreposage. Si les pommes de terre sont stockées en paloxes et ne sont pas infectées par *Erwinia*, le séchage peut aussi être atteint dans les délais sans ventilation mais avec un apport suffisant d'air frais. L'air doit pouvoir circuler librement autour des paloxes. Par conséquent, il faut observer une distance d'au moins 15 cm entre les paloxes, 0.5 m contre le mur et 0.75 m au plafond. Dans chaque phase du stockage, il s'agit d'éviter absolument la formation de condensation. C'est pourquoi la température de l'air pour l'aération doit être de 3 à 5°C inférieure à la température du stock de pomme de terre (aérer la nuit). Un air plus chaud peut conduire à de la condensation, s'il n'est pas assez sec.

Phase 2 Cicatrisation

Aussitôt que les pommes de terre sont séchées, les blessures des tubercules doivent cicatriser et subériser. De cette façon, le risque d'infection se réduit. L'intensité d'aération doit être réduite pour la cicatrisation. Mais les tubercules nécessitent aussi ici suffisamment d'air frais pour éliminer le CO₂ et la chaleur excédentaire. Par conséquent, il faut aérer plusieurs fois par jour entre 0.5 et 1 heure (50-80 m³/t). Les températures optimales pour la cicatrisation se situent entre 12 et 15°C. La cicatrisation dure environ 7 à 10 jours.

Phase 3

Refroidissement

Après la cicatrisation, les professionnels du stockage abaissent graduellement la température du stock par refroidissement de 0.3 à 0.5°C par jour jusqu'à 2-4°C. En utilisant l'air extérieur, il faut aérer lorsque la température de l'air extérieur est inférieure de 3-5°C à celle du stock (la nuit ou tôt le matin). En dessous de 10°C, la multiplication des *Erwinia* est fortement freinée, elle s'arrête vers 4°C. La récolte ne peut toutefois pas être triée en dessous de 10°C.

Phase 4 Conser- vation principale

Pendant le stockage principal, la température du stock est tenue constante entre 3 et 5°C. Pour diminuer la chaleur, on aère tous les jours pendant 1 à 2 heures (avec de l'air de 3 à 5°C inférieur à la température du tas). L'air frais doit pouvoir se mélanger avec l'air de l'entrepôt avant d'entrer en contact avec les tubercules, afin d'éviter le risque de gel. Plus l'humidité de l'air est faible, plus le risque de pourriture est faible, mais la perte de poids de la récolte est aussi d'autant plus grande. Le compromis idéal pour le stockage des plants de pommes de terre s'élève à 85-90% d'humidité de l'air et est ainsi légèrement plus bas que pour les pommes de terre de consommation.

Conservation en vrac (pas trop haut)

Si les pommes de terre sont stockées en vrac, le tas doit être pourvu de conduits d'air horizontaux. La hauteur du tas est déterminée en fonction de la possibilité d'aération. Si l'on n'aère pas avec des ventilateurs, la hauteur du tas ne doit pas excéder 2 m, lors d'une bonne aération elle peut s'élever à 3.5 m. Par rapport à *Erwinia*, la récolte et le stockage en paloxes doivent être privilégiés au stockage en vrac. De cette façon, l'aération est souvent mieux garantie et les manipulations des tubercules sont réduites au minimum.

Minimum de ma- nipulations

Chaque manipulation contribue à un nouveau déplacement des bactéries. Même la manipulation des caisses avec l'élévateur peut entraîner l'écoulement de pourriture et contaminer les tubercules voisins

Procédure avec les lots à risque

Informez votre EM et clarifiez avec lui la procédure concernant le stockage. Si les possibilités de stockage ne sont pas optimales, les pommes de terre devraient être livrées dès la récolte dans un entrepôt approprié.

Observer une bonne hygiène de stockage

Les bactéries se déplacent sur les machines, les tapis roulants et les installations de triage, et la marchandise saine est contaminée. Par conséquent, il faut observer une propreté maximale. Les dépôts de terre et la pourriture contiennent vraiment beaucoup de bactéries et peuvent contaminer une grande quantité de tubercules. Après un nettoyage mécanique grossier et le lavage avec un nettoyeur à haute pression, la plupart des bactéries sont éliminées. *Erwinia* ne survit que quelques heures à peu de jours sur le métal nu ou le béton. Sa survie augmente tant qu'il y a de la terre ou des restes végétaux. A l'étranger, une désinfection des installations et des appareils est également recommandée voire de plus en plus prescrite. Le produit agréé «MENNO Florades» a fait ses preuves en Allemagne et agit aussi contre beaucoup d'autres germes de maladies. Des gicleurs à pulvériser la mousse peuvent être fixés au tuyau de jardin et ils permettent l'adjonction du produit. Une désinfection ne remplace cependant pas le nettoyage. En outre, un nettoyage inadéquat diminue l'effet de la désinfection ultérieure.

La procédure suivante est recommandée : si possible trier en dernier les lots atteints de pourriture molle. Après des lots problématiques, nettoyer grossièrement les installations de triage et les tapis roulants et laver avec le nettoyeur à haute pression, éliminer absolument les dépôts de terre et de pourriture. Si l'installation doit servir dans les jours suivants, le petit surcroît de travail de désinfection peut également être recommandé. À la fin d'une campagne, l'entrepôt, les outils et les machines sont lavés avec le nettoyeur à haute pression. Les caisses très sales ou ayant contenu des lots avec de la pourriture doivent être lavées et au besoin désinfectées.

Éliminer immédiatement les tubercules pourris

De bonnes expériences sont faites en éliminant déjà les tubercules pourris avant qu'ils n'arrivent dans l'installation de triage. Les paloxes sont inclinés lentement, tandis qu'une personne se tient à côté et trie.

Précaution lors d'un préstockage au bord du champ

Attention lors du bâchage des tubercules entreposés en bordure de champ. La couverture pour la nuit devrait être enlevée déjà tôt le matin pour éviter la formation de condensation. Toutefois, la récolte doit absolument être protégée de la pluie. Une averse peut avoir un effet dévastateur sur les lots infectés. Dans l'optimum, la marchandise est mise sous toit le même jour.