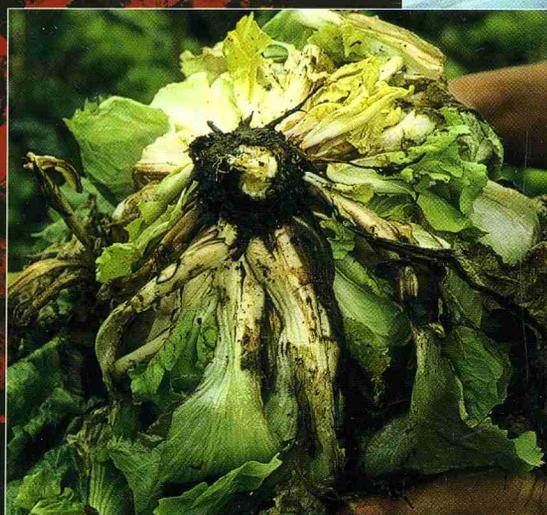
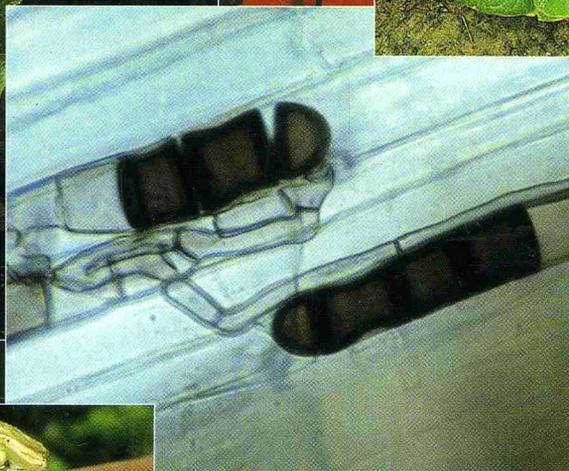
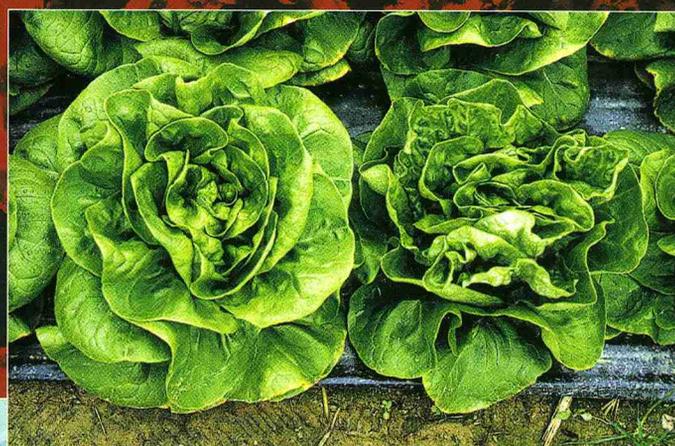


Maladies des salades

Identifier, connaître et maîtriser

Dominique BLANCARD
Hervé LOT
Brigitte MAISONNEUVE



 **INRA**
EDITIONS

Maladies des salades

Identifier, connaître, maîtriser

Dominique BLANCARD

H. Lot et B. Maisonneuve

Institut National de la Recherche Agronomique
147, rue de l'Université - 75338 Paris Cedex 07

© INRA Paris, 2003

ISBN : 2-7380-1057-1

© Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

à Paul Rieuf,
phytopathologiste généraliste disparu récemment.

Remerciements

Quel plaisir de parcourir les cultures à la recherche de plantes malades « cas d'école », ceci, bien sûr, au grand dam des producteurs et de leurs techniciens. Que ces derniers m'en excusent ! Leur patience et leur compréhension ont largement contribué à la richesse de cet ouvrage et je les en remercie.

Ce livre est donc le fruit de ces pérégrinations, mais également de collaborations, des complicités établies avec mes deux collègues B. Maisonneuve et surtout H. Lot.

Nous exprimons notre profonde gratitude à E. Ryder, spécialiste mondial de la laitue, pour l'avoir admirablement préfacé.

Nous voudrions aussi remercier toutes les personnes qui ont contribué, à titres divers, à améliorer sa qualité par :

- leur précieuse collaboration au cours de diverses études étiologiques (S. Chamont, R. Sanson, C. Martin) ;
- la réalisation de photos en microscopie électronique de virus (B. Delecolle) (photos 488 à 494), de phytoplasmes (M. Garnier) (photo 487) et de maladies sur le terrain (C. Martin) (photos 31 et 318) - (D. Izard) (photos 313 et 314) - M. Villeveille (photos 446a et b) - O. Le Gall (photos 45 à 47 et photos 507 et 508 de *Lactuca serriola* en annexe) ;
- une relecture critique et constructive (F. Jailloux, P. Larignon, P. Lecomte) ;
- le financement d'une mission en zone tropicale afin de compléter nos connaissances et notre photothèque (P. Ricci et T. Candresse) ;
- leur gentillesse, leur disponibilité et leur efficacité dans la concrétisation de l'ouvrage (le Service des Éditions de l'INRA et plus particulièrement D. Bollot, R. Bouldard, C. Colon, C. Parpinelli, S. Picard et J. Veltz) ;
- ainsi que H. Rivkine pour la traduction française de la préface.

Enfin, nous voudrions associer à ces remerciements tous les partenaires qui ont participé au financement d'un tel ouvrage : AIREL, R. Briand S.A., Calliope S.A.S., Cie des Produits naturels, Enza Zaden France, Gautier Graines S.A., Hortival S.A.R.L., Ryjk Zwaan, Seminis France, Sté Clause Tézier, Syngenta (Les Ponts-de-Cé et St-Cyr-l'École), Vilmorin.

Sommaire

Préface (E. Ryder).....	9
Introduction.....	15
Comment utiliser cet ouvrage ?	16

▣ Première partie 19

Diagnostic des maladies parasitaires et non parasitaires des salades

Localisation des symptômes dans la culture et sur les salades malades	20
---	----

Anomalies, altérations des feuilles et de la pomme 27

Anomalies de croissance des salades et/ou de la forme des feuilles 29

Salades à croissance anormale (végétation rabougrie, irrégulière, exubérante...)
Feuilles partiellement ou totalement déformées (cloquées, plus petites, dentelées, enroulées...)
Feuilles trouées, découpées, déchiquetées...

Anomalies de coloration des feuilles 47

Feuilles mosaïquées (mosaïques et symptômes assimilés)
Feuilles partiellement ou totalement chlorotiques ou jaunes

Taches, altérations sur feuilles 91

Taches brunes, noires, plus ou moins nécrotiques sur feuilles
Taches, altérations jaunes, orangées à brun clair, sur feuilles
Taches, altérations plutôt situées sur la nervure principale ou à la périphérie des feuilles
Taches à plages poudreuses, feutrages, moisissures sur feuilles,
taches humides aboutissant à une pourriture de la pomme

Flétrissement, dessèchement, nécrose des feuilles 147 (précédés, accompagnés ou non d'un jaunissement)

Altérations, anomalies des feuilles, au contact du sol, et/ou des organes souterrains 159

Altérations des feuilles, au contact du sol, et du collet 163

Altérations, anomalies des racines 185

Jaunissement, brunissement, noircissement des racines
Altérations, anomalies diverses des racines (manchons liégeux, renflements, galles, morsures...)

Altérations, anomalies externes et/ou internes du pivot et de la « tige » 207

▣ Deuxième partie 217

Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de protection

Les Champignons — Généralités 219

Champignons attaquant essentiellement les feuilles 223

Bremia lactucae (fiche 1)

Erysiphe cichoracearum (fiche 2)

Microdochium panattonianum (fiche 3)

Principaux autres champignons parasites des feuilles, rares ou absents en France : <i>Septoria lactucae</i> , <i>Mycocentrospora acerina</i> , <i>Stemphylium botryosum</i> f. <i>lactucae</i> , <i>Cercospora longissima</i> , <i>Alternaria cichorii</i> (fiche 4)	
Champignons attaquant surtout les feuilles basses au contact du sol et le collet	241
<i>Botrytis cinerea</i> (fiche 5)	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Sclerotinia minor</i> (fiche 6)	
<i>Rhizoctonia solani</i> (fiche 7)	
Champignons attaquant surtout les racines, le collet et la tige	255
Pythiacées diverses (<i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp.) (fiche 8)	
<i>Thielaviopsis basicola</i> (fiche 9)	
Principaux autres champignons parasites des racines et/ou du collet (<i>Athelia rolfsii</i> , <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> , <i>Phymatotrichopsis omnivora</i> , <i>Plasmopara lactucae-radicis</i>) (fiche 10)	
Champignons vasculaires	267
<i>Pythium tracheiphilum</i> (fiche 11)	
<i>Verticillium dahliae</i> (fiche 12)	
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lactucae</i> (fiche 13)	
Champignon colonisant les racines et vecteur de virus	275
<i>Olpidium brassicae</i> (fiche 14)	
Les Bactéries – Généralités	277
Bactéries affectant les feuilles et la pomme	279
<i>Pseudomonas cichorii</i> (fiche 15)	
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vitians</i> (fiche 16)	
<i>Pseudomonas marginalis</i> pv. <i>marginalis</i> (fiche 17)	
Bactéries affectant plutôt la tige ou les racines	287
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> (fiche 18)	
<i>Rhizomonas suberifaciens</i> (fiche 19)	
Les Phytoplasmes – Généralités	291
Phytoplasme appartenant au groupe des jaunisses de l'aster (fiche 20)	292
Les Virus – Généralités	295
Virus transmis par pucerons	297
Virus de la mosaïque de la laitue (<i>Lettuce mosaic virus</i> = LMV) (fiche 21)	
Virus de la mosaïque du concombre (<i>Cucumber mosaic virus</i> = CMV) (fiche 22)	
Virus de la jaunisse occidentale de la betterave (<i>Beet western yellows virus</i> = BWYV) (fiche 23)	
Virus de la mosaïque de la luzerne (<i>Alfalfa mosaic virus</i> = AMV) (fiche 24)	
Virus du flétrissement de la fève (<i>Broad bean wilt virus</i> = BBWV) (fiche 25)	
Virus de la mosaïque jaune du pissenlit (<i>Dandelion yellow mosaic virus</i> = DaYMV) (fiche 26)	
Virus de la mosaïque du navet (<i>Turnip mosaic virus</i> = TuMV) (fiche 27)	
Virus de la mosaïque nécrotique de la chicorée (<i>Endive necrotic mosaic virus</i> = ENMV) (fiche 28)	
Autres virus transmis par pucerons : virus de la marbrure du bident (<i>Bidens mottle virus</i> = BiMoV) ; virus du rabougrissement jaune de la betterave (<i>Beet yellow stunt virus</i> = BYSV) ; virus du jaunissement nerveux du laitron (<i>Sowthistle yellow vein virus</i> = SYVV) ; virus de la jaunisse en réseau du sonchus (<i>Sonchus yellow net virus</i> = SYN) ; virus de la jaunisse nécrotique de la laitue (<i>Lettuce necrotic yellows virus</i> = LNYV) ; virus de la marbrure mouchetée de la laitue (<i>Lettuce speckles mottle virus</i> = LSMV) ; virus de la marbrure de la laitue (<i>Lettuce mottle virus</i> = LMoV) ; rhabdovirus incomplètement caractérisé (fiche 29)	

Virus transmis par aleurodes	321
Virus de la pseudo-jaunisse de la betterave (<i>Beet pseudo-yellows virus</i> = BPYV) (fiche 30)	
Autres virus transmis par aleurodes : virus de la chlorose de la laitue (<i>Lettuce chlorosis virus</i> = LCV) ; virus de la jaunisse infectieuse de la laitue (<i>Lettuce infectious yellows virus</i> = LIYV) (fiche 31)	
Virus transmis par thrips	327
Virus de la maladie bronzée de la tomate (<i>Tomato spotted wilt virus</i> = TSWV) et autres virus (virus des taches nécrotiques de l'impatiens - <i>Impatiens necrotic spot virus</i> = INSV ; virus du « streak » du tabac - <i>Tobacco streak virus</i> = TSV) (fiche 32)	
Virus transmis par nématodes.....	331
Virus des taches nécrotiques de la laitue (<i>Lettuce necrotic spot virus</i> = LNSV) ; virus du « rattle » du tabac (<i>Tobacco rattle virus</i> = TRV) ; virus des taches en anneaux du tabac (<i>Tobacco ring spot virus</i> = TRSV) ; virus des anneaux noirs de la tomate (<i>Tomato black ring virus</i> = TBRV) (fiche 33)	
Virus transmis par champignons.....	333
Virus des grosses nervures de la laitue (<i>Mirafiori lettuce virus</i> = MiLV) (fiche 34) Agent des anneaux nécrotiques de la laitue (<i>Lettuce ring necrosis agent</i> = LRNA) et autre virus (virus de la nécrose du tabac - <i>Tobacco necrosis virus</i> = TNV) (fiche 35)	
Les Nématodes — Généralités	339
<i>Meloidogyne</i> spp. (nématodes à galles) (fiche 36)	
<i>Pratylenchus</i> spp. (nématodes semi-endomigrateurs) (fiche 37)	
Synthèse des méthodes permettant de maîtriser les bio-agresseurs des salades, en pépinière et en culture.....	347
<hr/>	
☐ Annexe	353
Quelques données sur les salades et leurs résistances aux agents pathogènes	
La laitue et les espèces apparentées.....	355
Biologie de la laitue et différents types	
Espèces apparentées à la laitue : le genre <i>Lactuca</i>	
Sélection de la laitue et résistances aux agents pathogènes et aux ravageurs	
Les chicorées.....	364
<hr/>	
☐ Index.....	365
Micro-organismes cités	
Déprédateurs et plantes parasites	
Maladies non parasitaires	
Photos des symptômes provoqués par les micro-organismes pathogènes	
Photos des dégâts aux déprédateurs et aux plantes parasites	
Photos des symptômes occasionnés par les maladies non parasitaires	
<hr/>	
☐ Glossaire.....	371
<hr/>	
☐ Références bibliographiques	375

Préface

E. Ryder

Le mot salade fait naître une image de fraîcheur. On la sert crue ; elle peut être composée d'un mélange de feuilles de différentes formes de laitue, chicorée, endive et autres légumes, principalement dans une gamme de vert, couleur qui évoque la fraîcheur.

La laitue « règne » sur les salades : elle a été appelée « laitue-roi » par la filière nord américaine, et « la reine des salades » par Martin et Ruberte dans leur ouvrage sur les légumes feuilles comestibles des Tropiques. Elle est cultivée par les agriculteurs dans de nombreux pays du monde et presque partout dans les jardins d'amateurs. La production et l'utilisation de l'endive et de la chicorée se font à une échelle plus modeste, dans un plus petit nombre de pays, en Europe et en Amérique du Nord principalement.

C'est le quatrième livre que Dominique Blancard consacre aux maladies d'une espèce végétale, après les ouvrages similaires sur les maladies de la tomate, des Cucurbitacées et du tabac. Ses co-auteurs, H. Lot et B. Maisonneuve, l'ont étayé de données pertinentes sur la pathologie, la génétique et la sélection des salades.

Origine et histoire des salades

L'histoire de la laitue est mieux connue et plus documentée que celle de l'endive ou de la chicorée. On peut remonter dans le temps par deux sources d'information.

D'après la première, la laitue apparaît sous diverses formes correspondant chacune à une rosette de feuilles sur une tige courte. La plupart ressemblent à une laitue représentée dans des peintures de tombes égyptiennes remontant jusqu'à environ 2500 ans av. J.-C. sous la Quatrième dynastie. Les peintures plus anciennes sont moins stylisées et plus proches de l'aspect d'une laitue d'après la plupart des spécialistes. Elles se rapprochent plus de la laitue tige, un type de laitue à tige comestible, épaisse, allongée, et à feuilles étroites. Ce type de laitue est encore cultivé de nos jours en Égypte et semble être la forme la plus ancienne utilisée pour l'alimentation humaine.

L'autre source d'information nous conduit encore plus près de la domestication de la laitue, mais elle devient moins claire à mesure qu'on remonte dans le temps. Un type de laitue connu comme laitue à graines à huile ressemble fortement à la laitue sauvage, mais présente des caractéristiques de domestication. L'une de ces caractéristiques concerne la taille des graines : elles peuvent avoir une grosseur 50% supérieure à celle des formes cultivées standard. On les presse pour en extraire une huile comestible qui est encore utilisée en Égypte pour la cuisine. On affirme que cette pratique serait vieille de plusieurs siècles. Cependant, il est possible qu'elle soit beaucoup plus ancienne et que cette plante représente la transition entre la laitue sauvage et la laitue cultivée. Ainsi, la domestication de la laitue aurait été réalisée dans la vallée du Nil ou dans la région du Tigre et de l'Euphrate, qui correspondent à la zone de diversité maximale des espèces adventices de *Lactuca* et des formes apparentées.

Au moment où la laitue s'est dispersée autour du Bassin méditerranéen, il semble bien que soit apparue la laitue romaine sous différentes formes, incluant des types érigés et d'autres semblables aux laitues à couper. Les formes pommées (beurre, batavia, grasses) seraient vraisemblablement apparues plus tard au nord de la zone méditerranéenne. Le dernier type créé est la laitue iceberg, une variante du type batavia. Elle a vu le jour en Californie dans les années quarante.

On connaissait la laitue en Perse, environ 550 ans av. J.-C. et plus tard en Grèce et à Rome où plusieurs formes ont été décrites. Elles portaient alors des noms faisant référence à des différences de couleur ou d'origine géographique. La laitue était aussi consommée en Chine, probablement très tôt parce que le type laitue tige y prédomine actuellement.

La **chicorée sauvage** (*C. intybus*) s'est largement répandue en tant qu'adventice. Certainement originaire du Bassin méditerranéen, elle était utilisée en Égypte, en Grèce et à Rome aussi bien comme salade qu'à des fins médicinales. Elle s'est sans doute développée sous une forme semi-cultivée pendant des siècles. Sa culture est mentionnée pour la première fois en Allemagne en 1616.

En 1775, deux médecins français ont découvert un nouvel usage pour ses racines : elles pouvaient être séchées, grillées et moulues et servir de boisson comme substitut du café.

La **chicorée witloof** (endive pour les Français) a, semble-t-il, été accidentellement découverte au Jardin botanique national belge par M. Breziers qui était tombé sur des racines abandonnées dans l'obscurité : elles avaient donné de nouvelles feuilles qui étaient blanches et beaucoup moins amères que les feuilles vertes.

D'autres usages ont été développés. La racine de chicorée witloof contient de l'inuline qui, par un procédé industriel, peut donner du sucre, principalement du fructose, qu'on utilise dans la fabrication des édulcorants. Enfin, on a constaté en Nouvelle-Zélande que la chicorée se révélait être un fourrage intéressant. La polyvalence de la chicorée est tout à fait remarquable.

L'histoire de la **chicorée à feuilles** (*C. endivia*) reste moins claire. Si l'on en croit Sturtevant, elle viendrait de l'Inde. D'autres auteurs désigneraient la Sicile comme lieu d'origine. Elle était utilisée comme salade en Égypte, en Grèce et à Rome ; ce qui conforte l'hypothèse d'une origine méditerranéenne. On en recense deux types, l'un à feuilles larges (la scarole) et l'autre à feuilles étroites (la frisée). Le type à feuilles larges semble être le plus ancien des deux.

Les recherches effectuées sur les salades

Diverses espèces botaniques ont servi de modèles pour élaborer les connaissances sur la croissance et le développement des plantes. Ainsi, la découverte des mécanismes de photodormance dans la laitue marquera les annales de la recherche en biologie végétale. D'autres recherches menées en physiologie, génétique, sélection et sur les résistances aux maladies ont également une dimension fondamentale, mais essentiellement sur l'espèce elle-même.

Les recherches en physiologie

Les effets des spectres rouge-rouge lointain sur la germination des graines ont été initialement identifiés chez la laitue par Flint et McAlister, qui ont démontré que la lumière blanche ou rouge stimulait la germination alors que la lumière sombre ou rouge lointain l'inhibait. Borthwick et ses collègues ont identifié l'action du spectre lumineux sur ce phénomène et ont avancé l'hypothèse d'une interaction entre la lumière et un pigment végétal qu'ils ont appelé phytochrome. Un grand nombre de travaux a été effectué depuis en utilisant la variété de laitue à couper verte « Grand Rapids » comme plante expérimentale modèle ; il a pu alors être démontré que les principes ainsi établis étaient transposables à d'autres espèces végétales.

Des travaux ultérieurs sur la germination des graines de laitue ont révélé les effets inhibiteurs des températures élevées, les interactions entre la lumière et la température et entre diverses substances chimiques, seules ou en combinaison avec la lumière et la température, pour stimuler ou inhiber la germination.

La **montaison**, correspondant à l'élongation de la tige florale, a été bien étudiée. Elle a un effet désastreux sur la qualité et la production si elle survient trop précocement ; elle est nécessaire pour la floraison. Des travaux allemands anciens ont mis pour la première fois en évidence les effets des jours longs ou des jours courts sur la montaison. Ils ont permis de classer les variétés en variétés à montaison de jours longs et celles indifférentes à la longueur du jour. Plusieurs substances chimiques peuvent servir à stimuler la floraison et d'autres à la retarder. Les produits les plus efficaces pour la favoriser sont les gibbérellines, d'après les travaux de Wittwer.

Les recherches en génétique et sélection

Les résultats publiés les plus marquants sur la génétique de la laitue ont été :

- l'application du concept gène-pour-gène dans le cadre des interactions laitue-*Bremia lactucae*,
- le décryptage du déterminisme génétique de l'anthocyane,
- l'étude génétique des processus de la reproduction,
- le développement d'une carte génétique.

Pour ce qui est de la sélection des laitues, on compte deux succès considérables avec la culture de la laitue iceberg et la première utilisation de l'espèce sauvage *Lactuca virosa* dans la création d'une variété. Une étude génétique sur *Cichorium* a permis d'effectuer le premier croisement entre la chicorée witloof, *C. intybus*, et la chicorée à feuilles, *C. endivia*. D'importants travaux de sélection ont été entrepris pour développer les procédés de forçage hors sol de la chicorée witloof (endive pour les Français) et de transformation en sucre de l'inuline contenue dans les racines.

Le mildiou est un problème majeur depuis plusieurs décennies pour les producteurs de laitue, surtout en Europe. L'une des difficultés pour la sélection de laitues résistantes au mildiou (causé par *Bremia lactucae*) a été l'existence de races physiologiques et donc la capacité du champignon à faire évoluer sa virulence afin de contourner les résistances des nouvelles variétés. Ce phénomène avait été observé dans le cas de la rouille noire du blé. Il a également été constaté pour le lin et en 1953, Flor introduisit le concept de la relation gène-pour-gène entre l'hôte et l'organisme responsable de la rouille du lin. Crute et Johnson ont appliqué ces notions à la laitue et au mildiou. Ils ont démontré la présence, dans les variétés de laitue, d'allèles de résistance correspondant aux allèles de non-virulence chez *B. lactucae* ainsi que le remplacement de ces derniers par des allèles de virulence en réponse à l'introduction de nouvelles variétés possédant de nouveaux allèles de résistance. La plupart des programmes de sélection de variétés résistantes au mildiou tiennent compte de ces principes.

La pigmentation de la laitue par l'anthocyane a été étudiée dès les premiers travaux sur la génétique de la laitue ; il a été mis en évidence, dans les différents croisements réalisés, un déterminisme génétique simple où le rouge est dominant sur le vert. C'est à Ross Thompson qu'est revenu le mérite de décrypter la base génétique complexe qui règle la présence et la distribution de l'anthocyane dans les feuilles des laitues. Il a démontré que deux allèles dominants complémentaires étaient nécessaires pour la coloration et qu'un troisième gène, actif seulement en présence des deux dominants, déterminait le type de répartition du rouge.

Le passage de la phase végétative à la phase reproductive est délicat dans les espèces qui forment une rosette telles que la laitue, la chicorée witloof et la chicorée à feuilles. Pour ce qui est de la laitue, beaucoup de travaux ont porté sur la physiologie de la reproduction et peu sur la génétique. Le premier travail, définissant les variétés de jours longs et celles indifférentes à la longueur du jour, a été l'identification par Bremer et Grana du gène *tagneutral* dont l'allèle dominant provoque la montée à graines seulement en période de jours longs. D'autres travaux ont permis d'identifier ultérieurement les gènes responsables de la couleur de l'akène, de la période de floraison et de la stérilité mâle. Il serait très opportun d'étudier la relation entre l'allongement de la tige et la floraison. Il n'apparaît pas clairement si ce sont les mêmes gènes qui interviennent dans les deux phénomènes. Des études sur l'effet des gibbérellines sur des laitues naines ont montré que la floraison pouvait intervenir avec peu ou pas d'élongation de la tige. Sous certaines conditions environnementales ou avec certains génotypes, on observerait l'élongation de la tige, mais la floraison serait retardée. Or, normalement, la floraison survient immédiatement après l'élongation de la tige.

Au fur et à mesure des progrès de la biologie moléculaire, il faudra s'attendre à une vague de résultats sur la génétique de la laitue. On signalera plusieurs contributions remarquables ainsi que des études en cours dans le laboratoire de R.W. Michelmore (Université de Californie). La cartographie génétique de la laitue était très réduite avant l'identification des marqueurs moléculaires, isozymes puis des marqueurs obtenus par hybridation et amplification

de l'ADN. Il existe actuellement une carte génétique qui regroupe des caractères morphologiques et phénotypiques avec des marqueurs moléculaires sur dix groupes de liaison, soit un de plus que le nombre de chromosomes.

La localisation des gènes majeurs de résistance au mildiou, au virus de la mosaïque de la laitue et à la bactérie responsable des racines liégeuses (*corky root*) a été établie ainsi que celle des QTL (locus de caractères quantitatifs) des types de systèmes racinaires et de l'absorption hydrique. La faisabilité de la transformation génétique de la laitue a été démontrée. Des gènes de résistance ont été isolés, en particulier *Dm3*, par clonage basé sur la cartographie génétique. La recherche progresse dans l'identification de gènes candidats pour les gènes de résistance, ceci grâce à des comparaisons de séquences obtenues chez d'autres espèces. Il sera possible, à terme, de localiser, caractériser et transférer de nombreux gènes d'intérêt pour la sélection, la génétique, l'identification des variétés et des études de physiologie chez la laitue et les espèces apparentées.

Les différents types de laitue qui ont été sélectionnés au cours des siècles et qui, incontestablement, marquent un énorme progrès dans les processus de sélection n'ont malheureusement pas, à une exception près, été enregistrés. Cette exception, à savoir le dernier type distinct à être sélectionné, est le type à large pomme, ferme et craquante (« crisp »), qu'on appelle communément iceberg. La première véritable laitue iceberg a été la variété *Great lakes*, développée et distribuée par T.W. Whitaker en 1941. Les laitues iceberg sont rapidement devenues le type dominant dans la production américaine de la laitue, avant de se développer aussi ailleurs.

Les croisements entre *Lactuca sativa*, la laitue cultivée, et *L. serriola* sont faciles à réaliser. Les croisements de la laitue avec *L. saligna* sont plus délicats à produire et ceux avec *L. virosa* sont très difficiles à faire. Le premier croisement réussi avec *L. virosa* a été effectué en 1938 par R.C. Thompson ; il a permis la commercialisation de la variété Vanguard vingt ans plus tard. Vanguard est devenu à son tour la première variété du groupe Salinas-Vanguard, le principal groupe de laitue iceberg à être cultivé dans le monde entier. Des croisements similaires avec *L. virosa* ont été effectués par B. Maisonneuve pour introgresser la résistance à la jaunisse occidentale de la betterave et par A. Eenink pour transférer la résistance au puceron de la laitue, *Nasonovia ribisnigri*.

Les recherches effectuées chez les *Cichorium*

La distinction entre les espèces *Cichorium endivia* et *C. intybus* a été établie par C.M. Rick dans une étude sur la fréquence des croisements réciproques, l'hérédité des caractères dans la génération en ségrégation et des analyses cytologiques. Les graines obtenues chez la chicorée à feuilles (*C. endivia*) étaient presque entièrement issues d'auto-fécondations alors que celles récoltées chez la chicorée witloof (*C. intybus*, endive en France) étaient quasiment entièrement hybrides, en raison de l'auto-incompatibilité de la chicorée witloof. Il en a conclu qu'il s'agissait de deux espèces distinctes.

Des années après qu'on ait découvert que les feuilles de chicorée repoussaient dans l'obscurité, le forçage a été développé dans le sable ou le sol de façon à obtenir des chicons serres. Ce procédé nécessitait une main-d'œuvre importante. J.E. Huyskes a montré que la terre de couverture n'était pas nécessaire quand de bonnes conditions de forçage étaient respectées et que des variétés adaptées étaient employées. La variété hybride Zoom a été mise au point par H. Bannerot (INRA Versailles) et elle est devenue la variété standard pour la profession.

Il existe deux types de chicorée industrielle : un dont on utilise les racines grillées comme substitut du café ou comme additif et un autre dont l'inuline des racines est transformée en sucre. Pour ce qui est du premier usage, la sélection et l'amélioration ont commencé relativement tôt, peut-être dans la seconde moitié du XVII^e siècle quand les ateliers de torréfaction se sont installés d'abord en Hollande, puis en Allemagne et en France. Cette industrie a connu un grand essor pendant l'ère napoléonienne, à un moment où le café était devenu rare et cher

suite au « Blocus continental ». Les programmes d'amélioration avaient comme objectifs la résistance aux maladies ainsi que la qualité, en particulier la teneur en matière sèche, et la résistance à la montée à graines.

Lorsque l'utilisation de la chicorée comme source de sucre prit de l'intérêt, à cause d'un grave problème de nématodes chez la betterave à sucre, des variétés destinées à la torréfaction ont été utilisées. Toutefois, la demande devint plus forte pour disposer de variétés spécifiques bien adaptées à la production du sucre et en 1972, la maison Florimond Desprez lança un programme de sélection et d'amélioration destiné non seulement à augmenter le taux d'inuline et la production potentielle de sucre, mais également pour associer une résistance à la montée à graines à des résistances aux agents pathogènes.

Les recherches sur la résistance aux agents pathogènes

Outre les recherches marquantes sur la résistance au mildiou, des travaux portant sur les résistances à deux autres maladies ont été remarquables. La première, effectuée sur la mosaïque de la laitue (LMV), a donné des résultats importants à l'origine de l'identification de la résistance au virus, de son introduction dans les programmes de sélection et de sa large utilisation des variétés résistantes. La seconde, effectuée sur la maladie des grosses nervures de la laitue, mérite tout autant d'être signalée, ceci à cause des difficultés rencontrées pour comprendre cette maladie, identifier de bonnes sources de résistance et mettre au point des variétés résistantes dans les meilleurs délais.

La **mosaïque de la laitue** a été identifiée pour la première fois en 1921. Elle a posé un problème économique mondial, essentiellement dans les régions où la laitue était cultivée pendant plusieurs mois à la suite de plantations successives. Deux stratégies ont été envisagées pour réduire les effets de cette virose. La première est l'indexage des semences, d'abord adoptée en Californie. Elle repose sur le fait que le virus est transmis par un faible pourcentage de graines, à l'origine d'un inoculum primaire, le virus étant par la suite dispersé par les pucerons. L'autre stratégie a consisté à utiliser une résistance génétique d'abord adoptée en Europe, puis aux États-Unis. Les deux méthodes se sont révélées efficaces pour diminuer les contaminations. La recherche d'autres sources de résistance continue.

La **maladie des grosses nervures** a été décrite pour la première fois en 1934 et, pendant plusieurs années, a été considérée comme un problème essentiellement américain. Ultérieurement, elle a été observée dans les cultures d'un grand nombre de pays. Les premiers travaux se sont attachés à la nature de l'agent pathogène et à sa transmissibilité. Un champignon des racines, *Olpidium brassicae*, a été identifié comme vecteur. On a d'abord supposé que l'agent pathogène était un virus transmis par le sol, puis une toxine, et enfin un agent proche d'un virus. Plus tard, on a identifié un virus qu'on a appelé virus de la grosse nervure de la laitue (*Lettuce big vein virus* = LBVV) et tout récemment un nouveau virus, appelé *Mirafiori lettuce virus** (MiLV), a été associé au symptôme des grosses nervures. Cette question n'est donc pas résolue. La seule méthode de contrôle sérieusement envisagée est le développement de variétés résistantes. On a mis sur le marché plusieurs variétés de type batavia iceberg ou romaine qui présentaient une résistance modérée. Cette résistance peut être partiellement remise en cause lors de conditions sévères, en présence de températures basses et/ou d'une forte humidité du sol. L'espèce sauvage, *L. virosa*, est très résistante ; elle représente le meilleur espoir pour les futures améliorations.

Conclusion

L'édition de ce livre était encore en cours quand cette préface a été rédigée. Toutefois, Dominique Blancard a acquis une grande notoriété à la suite de ses précédents ouvrages sur les

* L'implication du seul MiLV dans la manifestation du "Big vein" n'a été démontrée que très récemment après que E. Ryder ait écrit sa préface.

maladies de la tomate, des Cucurbitacées et du tabac. Gageons que ses collègues et lui-même sauront nous gratifier, avec le concours du Service des Éditions de l'INRA, d'un ouvrage de qualité sur les maladies des salades.

Références bibliographiques

- BARRONS K.C. and WHITAKER T.W., 1943. Great Lakes, a new summer head lettuce adapted to summer conditions. *Mich. Agric. Res. Stn. Q. Bull.*, 25, 1-3.
- BORTHWICK H.A., HENDRICKS S.B., PARKER M.W., TOOLE E.H. and TOOLE V.K., 1952. A reversible photoreaction controlling seed germination. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 38, 662-666.
- BREMER A.H. and GRANA J., 1935. Genetische untersuchungen mit salat. II. *Gartenbauwissenschaft*, 9, 231-245.
- CRUTE I.R. and JOHNSON A.G., 1976. The genetic relationship between races of *Bremia lactucae* and cultivars of *Lactuca sativa*. *Ann. Appl. Biol.*, 83, 125-137.
- DESPREZ B.F., DELESALLE L., DHELLEMES C. and DESPREZ M.F., 1994. Génétique et amélioration de la chicorée industrielle. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 80, 47-62.
- EENINK A.H., DIELEMAN F.L. and GROENWOLD R., 1982. Resistance of lettuce (*Lactuca*) to the leaf aphid *Nasonovia ribisnigri*. 1. Transfer of resistance from *L. virosa* to *L. sativa* by interspecific crosses and selection of resistant breeding lines. *Euphytica*, 31, 291-300.
- FLINT L.H. and MCALISTER E.D., 1937. Wavelengths of radiation in the visible spectrum promoting the germination of light-sensitive lettuce seed. *Smithson. Misc. Collect.*, 96, 1-8.
- FLOR H.H., 1955. Host-parasite interaction in flax rust- its genetics and other implications. *Phytopathology*, 45, 680-685.
- GROGAN R.G., 1980. Control of lettuce mosaic with virus-free seed. *Plant Dis.*, 64, 446-449.
- HEDRICK U.P. (ed.), 1972. *Sturtevant's Edible Plants of the World*. Dover, NY.
- HUYSKES J.A., 1963. Veredeling an witloof voor het trekken zonder dekgrond. *Inst. Veredeling Tuinbouwgewassen*, 202, 1-70.
- JAGGER I.C., 1921. A transmissible mosaic disease of lettuce. *J. Agric. Res.*, 20, 737-741.
- JAGGER I.C. and CHANDLER N., 1934. Big vein of lettuce. *Phytopathology*, 24, 1253-1256.
- MAISONNEUVE B., CHOVELON V. and LOT H., 1991. Inheritance of resistance to beet western yellows in *Lactuca virosa* L. *HortScience*, 26, 1543-1545.
- MARTIN F.W. and RUBERTE R.M., 1975. *Edible Leaves of the Tropics*. AID, Dept.State. and ARS-USDA, Mayaguez, Puerto Rico.
- MICHELMORE R.W., 1995. Isolation of disease resistance genes from crop plants. *Curr. Opinion in Biotechnol.*, 6, 145-152.
- RICK C.M., 1953. Hybridization between chicory and endive. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 62, 459-466.
- RYDER E.J., 1999. *Lettuce, Endive and Chicory*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- THOMPSON R.C., 1938. *Genetic Relations of Some Color Factors in Lettuce*. Tech. Bul. 620. USDA, Washington, DC.
- THOMPSON R.C. and RYDER E.J., 1961. *Descriptions and Pedigrees of Nine Varieties of Lettuce*. Tech. Bul. 1241, USDA, Washington, DC.
- VAN HEE L. and BOCKSTAELE L., 1983. Chicorée à café. La culture de chicorée. *Rev. Agric.*, 3, 1015-1024.
- WITTEWER S.H. and BUKOVAC M.J., 1957. Gibberellin effects on temperature and photoperiodic requirements for flowering of some plants. *Sciences*, 126, 30-31.

Introduction

L'essor des outils modernes de détection et de caractérisation des agents pathogènes (sérologiques, mais surtout moléculaires) a eu tendance à occulter ce qu'est la véritable nature du diagnostic des maladies des plantes : une science faisant notamment la part belle aux connaissances de terrain et à la symptomatologie.

Cet ouvrage, complémentaire du *Compendium of lettuce Diseases* édité par R. M. Davis, K. V. Subbarao, R. N. Raid et E. A. Kurtz en 1997, reprend la démarche initiée dans trois précédents livres sur le diagnostic des maladies de la tomate, des Cucurbitacées et du tabac. Il intègre les connaissances et la démarche qu'utilise un phytiatre confronté à l'identification d'une maladie affectant une plante, en l'occurrence les salades. Ainsi, son but principal est de permettre au lecteur :

- d'**identifier les maladies parasitaires et non parasitaires** sévissant sur salades, en évitant les nombreuses confusions possibles de détermination ;
- de **disposer** notamment de **données récentes** sur la biologie des micro-organismes phytopathogènes incriminés ;
- et de pouvoir **choisir**, en connaissance de cause, les **méthodes de protection** à mettre en œuvre pour les contrôler.

La **première partie** de ce livre est conçue comme un véritable « outil de diagnostic », illustrée par 448 photographies en couleur et de nombreuses figures facilitant l'observation des plantes. Cet outil est aisément consultable car les symptômes sont regroupés dans des rubriques simples. Il est également pédagogique et devrait, à terme, permettre au lecteur d'acquérir progressivement la démarche et les nombreux réflexes indispensables à l'établissement d'un diagnostic fiable.

Nous attirons l'attention des futurs lecteurs sur l'intérêt d'utiliser cet ouvrage en tenant compte de la « **procédure d'utilisation** » définie dans les pages qui suivent. En effet, certains d'entre eux, déjà initiés ou non, auront tendance à vouloir « court-circuiter » la démarche proposée. Dans ce cas, ils pourront être déroutés par l'organisation de l'ouvrage qui n'est pas conçu selon la nature des maladies mais plutôt en fonction des symptômes qui les caractérisent.

Dans la **seconde partie**, une fois l'identification effectuée, le lecteur trouvera, pour la majorité des agents pathogènes, une fiche détaillée rappelant : leur répartition et leur incidence sur les productions de salade, les principaux symptômes qu'ils occasionnent et les particularités de leur morphologie et de leur biologie. Les méthodes à mettre en œuvre pour protéger efficacement les salades immédiatement après le diagnostic ou lors de la prochaine culture seront aussi mentionnées.

La quasi-totalité des **maladies parasitaires et non parasitaires sévissant sur salades dans le monde** peut être identifiée et contrôlée.

Comment utiliser cet ouvrage

Avertissement

Confronté à autant de photos, le lecteur sera tenté d'utiliser cet ouvrage et de réaliser des diagnostics en le feuilletant et en comparant les symptômes observés sur les salades malades à ceux supposés leur ressembler dans l'ouvrage. Nous voudrions lui rappeler que la procédure de diagnostic proposée ici, bien que parfois un peu fastidieuse, est le meilleur garant d'une identification fiable et d'une autoformation au diagnostic des maladies parasitaires et non parasitaires des salades.

Bien préparer son diagnostic

La détermination des maladies des salades n'est pas facile, comme vous vous en rendez compte ultérieurement. En effet, les confusions de diagnostic sont nombreuses. Afin de mettre toutes les chances de votre côté, nous vous conseillons d'adopter la procédure suivante.

- 1 - **Choisissez des plantes aux symptômes peu évolués et représentatifs de la maladie.** Il est indispensable de récupérer des plantes entières, y compris leur système racinaire. Déterrer ce dernier avec grand soin et laver les racines.
- 2 - **Collectez un maximum d'informations :**
 - sur la maladie et ses symptômes (répartition dans la parcelle et sur les plantes - voir pages 20 à 25, vitesse d'évolution, conditions climatiques ayant précédé son apparition ou semblant favoriser son extension...);
 - sur la plante (caractéristiques variétales, qualités des semences...);
 - sur la parcelle (situation, caractéristiques du sol, précédents culturels, apport de terre ou de fumier...);
 - sur les interventions agro-culturelles effectuées (fertilisation, méthodes et fréquence d'irrigation, quantité d'eau apportée à chaque fois, application de pesticides sur la culture ou à proximité...).

Réaliser le diagnostic

- 3 - **Apprécier grossièrement la nature du ou des symptômes visibles et localiser sur les salades (choisir une ou plusieurs des rubriques suivantes)**

Bien que les salades soient des plantes relativement compactes, nous avons arbitrairement séparé les symptômes observables sur salades en fonction de 2 localisations préférentielles :

 - les feuilles,
 - les feuilles au contact du sol et les organes souterrains.

Dans le cas des altérations foliaires, les très nombreux symptômes ont été répartis dans quatre sous-chapitres : « Anomalies de croissance des salades et/ou de la forme des feuilles », « Anomalies de coloration des feuilles », « Taches et altérations sur feuilles » et « Flétrissement, dessèchement, nécrose des feuilles ».

Avec le même souci de simplicité et de clarté, nous avons subdivisé les symptômes plutôt telluriques en 3 sous-chapitres : « Altérations des feuilles, au contact du sol, et du collet », « Altérations, anomalies des racines », « Altérations, anomalies externes et/ou internes du pivot et de la tige ».

- 4 - **Reportez-vous à la ou aux rubriques choisies**

Au début de chaque chapitre ou sous-chapitre sont mentionnés :

 - les « symptômes étudiés »,
 - les « causes envisageables ».

(A plusieurs symptômes correspondent plusieurs hypothèses.)
- 5 - **Choisissez un symptôme et consultez directement les pages qui le décrivent ou consultez l'ensemble des symptômes du sous-chapitre ou du chapitre.**

A ce moment du diagnostic, il y a lieu d'être plus précis dans la définition du ou des symptômes observés. De plus, à chaque symptôme sont associées une ou plusieurs « causes possibles » qu'il va falloir discriminer (A un symptôme correspondent plusieurs hypothèses.).

Rubriques**Couleurs repères
dans l'ouvrage****Où consulter les aides
d'observation et les chapitres
ou sous-chapitres
correspondants**

Les feuilles et la pommeAnomalies de **croissance**
des salades et/ou de la **forme**
des feuilles

page 29

Anomalies de **coloration**
des feuilles

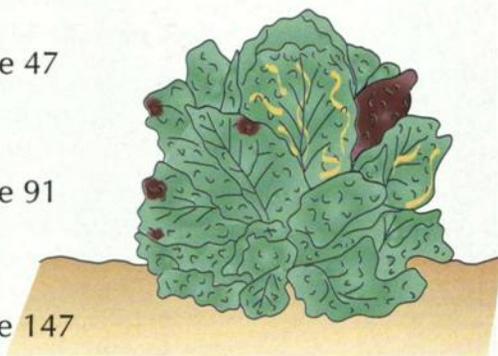
page 47

Taches, altérations sur feuilles

page 91

Flétrissement, dessèchement, **nécrose**
des feuilles (précédés, accompagnés ou
non d'un **jaunissement**)

page 147



**Les feuilles au contact
du sol et/ou les organes
souterrains**Altérations
des **feuilles**, au contact du sol,
et du collet

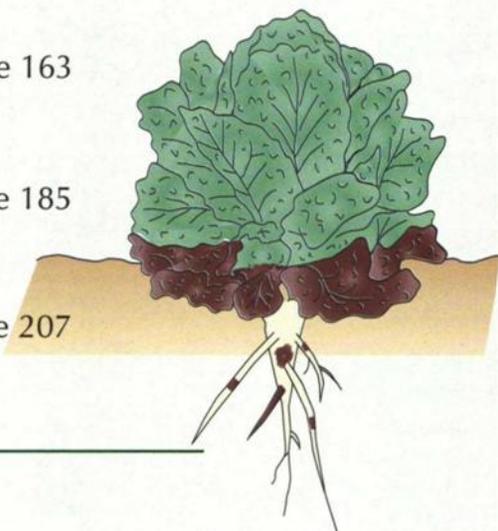
page 163

Altérations,
anomalies des **racines**

page 185

Altérations, anomalies externes
ou internes du **pivot** et de la **tige**

page 207

**6 - Déterminez la cause du symptôme.**

Pour faire le tri entre les différentes hypothèses, nous vous suggérons :

- de comparer le ou les symptômes observés sur les plantes à ceux présentés sur les nombreuses photos ;
- d'utiliser les « **arguments complémentaires de diagnostic** » ;
- de ne pas hésiter à examiner les symptômes décrits dans les pages voisines, ou même dans d'autres chapitres ou sous-chapitres lorsque c'est conseillé.

Les textes évoquant des maladies rares ou absentes en France
sont signalés par un encadré

Bien connaître la maladie et choisir des méthodes de lutte adaptées

Une fois le diagnostic effectué, nous vous conseillons de vous reporter aux fiches constituant la deuxième partie de l'ouvrage ; elles font le point sur les aspects suivants :

- **Symptômes** (brève description, indication des numéros des photos les matérialisant)
- **Principales caractéristiques de l'agent pathogène** (fréquence et importance des dégâts, conservation, pénétration, dissémination, conditions favorables à son développement...)
- **Méthodes de protection** (à appliquer en cours de culture et lors de la culture suivante)

En plus des fiches et afin d'avoir une vision synthétique de la protection des salades, nous vous suggérons de consulter la « synthèse des méthodes permettant de maîtriser les bio-agresseurs des salades en pépinière et en culture » page 347.

Dans le cas des maladies non parasitaires, les moyens à mettre en œuvre pour limiter leur évolution découlent bien souvent de la ou des causes qui sont à leur origine (elles seront déterminées dans la première partie de l'ouvrage). Dans de nombreux cas, une mauvaise maîtrise du climat et/ou des conditions agro-culturelles mal adaptées... en sont responsables. C'est le cas, par exemple des dégâts dus au froid, de nombreuses phytotoxicités, d'une asphyxie racinaire, de diverses carences... Pour y remédier, il conviendra de corriger les erreurs commises et/ou d'assurer un meilleur « confort » aux plantes.

Une annexe conclut l'ouvrage : elle fait le point sur quelques caractéristiques botaniques des salades et notamment leur résistance aux bio-agresseurs (voir page 353).

Dessins, photos, commentaires parsèment l'ouvrage et permettent normalement de faciliter votre diagnostic. Ils sont accompagnés de symboles qui précisent leur vocation :



Diagnostic : définir le niveau de difficulté du diagnostic



Aide de diagnostic : préciser la nature et/ou la répartition d'un symptôme, fournir d'autres critères de diagnostic



Montrer et/ou expliquer un symptôme et son évolution



Suggérer l'utilisation d'un instrument d'observation (loupe, loupe binoculaire, microscope...)