

Le point sur la recherche d'une résistance à la maladie du chancre coloré du platane

Par A. Vigouroux Laboratoire de Biologie et de Pathologie Végétales, INRA - Montpellier

Les platanes de Provence sont sérieusement menacés par un micro-champignon *Ceratocystis fimbriata* (forme *platani*) responsable de la maladie du "chancre coloré".

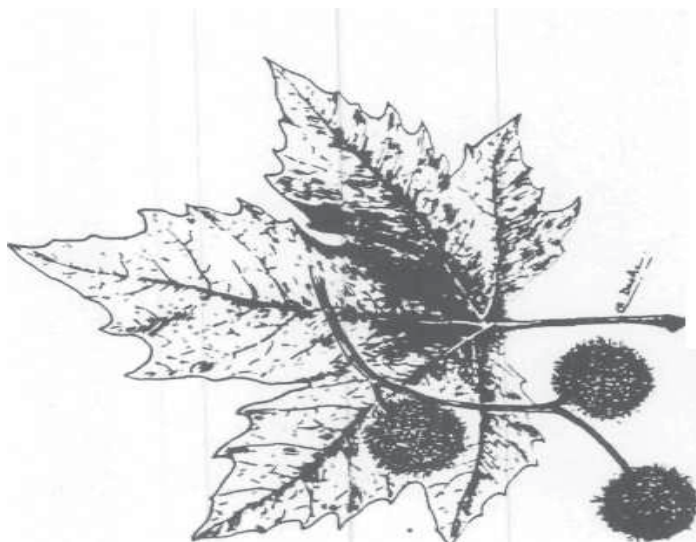
Cousin de l'ennemi des ormes, ce parasite est originaire des États-Unis où, il a été décelé dès 1929. Il a très probablement été introduit sur la façade européenne de la Méditerranée lors des opérations militaires de la fin de la seconde guerre mondiale, avec les caisses en bois d'armement américain.

Une maladie fulgurante

Le chancre coloré du platane se manifeste sous la forme de lésions de l'écorce, reconnaissables à leur aspect de flammèches ondulées de couleur bleu noir. L'extension généralisée du chancre conduit à l'étiollement de la frondaison et à la perte du feuillage.

La contamination se fait quasi obligatoirement par une blessure et gagne l'intérieur de l'arbre par les rayons ligneux et les vaisseaux. La production probable de toxines aggrave fortement les perturbations du métabolisme des parties apicales de l'hôte. La maladie progresse très rapidement un bel arbre est tué en trois à cinq ans.

Si la dissémination peut se faire naturellement par simple contact racinaire inter-individuel, par voie aérienne et semble-t-il aussi, par l'intermédiaire des eaux libres (ce qu'il conviendrait de vérifier expérimentalement), le parasite est en Provence principalement véhiculé par les outils infectés soit Le champignon étant hors de portée de l'action des fongicides à cause de sa profonde localisation dans les troncs, on ne connaît à l'heure actuelle aucun traitement efficace. Seules des mesures prophylactiques au demeurant difficiles à mettre en oeuvre systématiquement, permettent actuellement de lutter contre cette maladie et de contenir son extension en France où elle est pour l'instant limitée au sud-est (Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var et Vaucluse). Les recherches en cours



La création ou l'identification de clones ou d'espèces de platanes résistants à la maladie sont deux des voies de recherches actuellement poursuivies pour éviter que le platane, arbre symbolique, ne disparaisse des paysages provençaux. Cette voie est soutenue, depuis quelques années, par le Ministère de l'Environnement (Service de la Recherche, du Traitement de l'Information sur l'Environnement - SRETIE) et des collectivités territoriales (le Conseil Général du Vaucluse, par exemple).

Ces recherches conduites dans les stations INRA de Montpellier et d'Avignon et en collaboration avec certaines universités (Université des Sciences et des Techniques du Languedoc - USTL Montpellier) se décomposent en deux volets complémentaires. La mise au point d'un test de tri de platanes résistants ou tolérants à *Ceratocystis fimbriata* et l'étude de la radio-sensibilité des semences.

Ce second volet est destiné à préparer l'accroissement artificiel des ressources génétiques d'une population dont la variabilité génétique apparemment restreinte est attribuable à l'utilisation systématique de techniques de reproduction végétative (bouturage) depuis longtemps préférées au semis.

Les principaux obstacles

Le programme d'identification de sujets résistants rencontre dans l'état actuel des choses, c'est-à-dire 3 ans après le début des travaux, quatre séries de difficultés qui dans l'état actuel des connaissances, ont néanmoins permis d'aboutir à des résultats intermédiaires ou marginaux utiles.

Un arbre méconnu

En premier lieu, le programme a été ralenti par la rareté des références sur la physiologie, la biologie et l'écologie du platane. En effet comme bon nombre d'arbres d'ornement, le platane a été peu étudié et ses exigences sont mal connues.

Bien que le test doive dans l'absolu être réalisé à tous les stades du développement du platane, les premiers travaux ont été réalisés sur de tout jeunes plants issus de semis. Avant tout travail pathologique proprement dit, il a donc fallu déterminer les conditions optimales d'obtention et d'entretien des semis, du point de vue de la température, de l'éclairage, de l'arrosage et de la qualité du substrat de culture. Les valeurs et les caractéristiques optimales de ces paramètres ont ainsi pu être définies assez précisément et un système de culture fiable est maintenant disponible. Accessoirement, une sensibilité particulière des semis à certaines concentrations salines semble se manifester.

Une technique de culture in vitro a simultanément été étudiée et mise au point (travaux du laboratoire d'Histophysiologie de l'USTL) à partir de plantules issues de semis ; la voie du bouturage de jeunes tiges de platanes adultes a rencontré moins de succès, mais des améliorations des processus de multiplication permettront à court terme de compléter la panoplie des techniques indispensables tant pour disposer d'un matériel d'expérience connu et standardisé que pour multiplier en fin de programme, les individus dont la résistance aura pu être mise en évidence.

Champignon standard en bouteille

En second lieu, il a fallu mettre au point l'inoculation artificielle du parasite sous le double aspect de la production de l'inoculum et de la méthode d'inoculation. Cette phase a conduit à définir un dispositif de culture adapté, permettant de disposer d'une suspension d'endoconidies d'âge et de concentration suffisamment constants. Elle a aussi permis de préciser des procédures d'inoculation standard sur plaie reproductible, déclinables suivant l'organe testé et l'âge du sujet-support ; ces procédures permettent de pallier l'irrégularité des résultats obtenus sur plaie pétiolaire.

Cherche platane résistant

La troisième source de difficultés touche à l'indisponibilité de matériel résistant susceptible de fournir une référence, notamment pour l'évaluation du test. En effet les espèces de platanes croissant en France et en Europe sont globalement sensibles au chancre coloré. Ces différentes espèces sont d'ailleurs botaniquement assez proches puisque certains auteurs comme Spach (1841) les regroupaient toutes en une seule : *Platanus vulgaris*...

Trop jeune pour être honnête

La dernière difficulté s'est révélée lors des premières expériences il s'agit de la non-représentativité du matériel juvénile.

Compte tenu du très faible taux de mutation envisageable (compris entre 1/50000 et 1/100 000), un très grand nombre d'individus devait pouvoir être passé en revue. Afin de réduire les durées des tests exploratoires et les surfaces nécessaires aux cultures de plants, il avait été décidé de travailler sur des jeunes semis. Les travaux ont donc d'abord porté sur les feuilles, la jeune tige et les racines de tout jeunes plants. Ils ont permis de mettre en évidence que, si les racines se montraient très réceptives et induisaient une infection irréversible, sur les feuilles comme sur la jeune tige herbacée, l'infection ne progressait que pendant quelques jours et sur 1 à 2 centimètres. Il semble donc qu'au niveau des tissus verts et à l'opposé de ce qui se passe pour les tissus ligneux âgés de plant adulte le début d'infection provoqué par l'inoculation artificielle induise la mise en place de mécanismes de résistance efficaces.

Paradoxalement, si ces réactions donnent des indications intéressantes sur le plan des relations hôte-parasite (il semble que dans une certaine mesure les ormes connaissent le même phénomène) qu'il est d'ailleurs prévu d'étudier, ce phénomène de résistance induite aggrave les difficultés de mise au point du test et prolonge les délais d'expérimentations (allongement très sensible du cycle de test semis/inoculations/lecture des résultats). En l'absence de références, les différences de la vitesse d'apparition de cette résistance sont difficilement comparables et significatives.

Cet obstacle a conduit à travailler principalement sur des tissus suffisamment lignifiés, c'est-à-dire en l'occurrence la tige et à abandonner les inoculations sur feuilles qui pourtant en permettant l'installation de plusieurs foyers sur le même individu auraient donné une meilleure précision. L'utilisation de plants plus âgés comme matériel expérimental a, en contrepartie, imposé de rechercher simultanément le stade d'inoculation le plus précoce susceptible d'induire une lésion à développement normal. Les travaux menés dans la 2ème année de la recherche sur des plants un peu plus âgés que les semis n'ont pas encore permis de lever l'hypothèse de la non-représentativité du matériel juvénile par rapport à son état adulte.

Les orientations actuelles

Bien que les travaux déjà réalisés n'aient pas permis d'identifier des individus résistants, ils ont permis de mettre au point des techniques, d'aboutir à des résultats incomplets mais de portée générale et de préciser les orientations des recherches à venir pour définir un test efficace.

Étudier l'évolution de la nécrose

Sur un plan général, la connaissance de l'évolution de la nécrose a progressé. Avec le système d'inoculation retenu et sur jeunes plants, les premiers signes de nécrose mesurables sont observables quatre jours après l'inoculation. Si une stabilisation de l'évolution de la nécrose intervient souvent sur des semis ayant 15 et même 20 feuilles, l'inoculation provoque rapidement une infection de toute la section de la tige. Dans les 10 à 12 jours suivant l'apport d'inoculum, elle provoque le dessèchement des parties supérieures. Ensuite seule la nécrose descendante continue d'évoluer. Cette évolution est confirmée si l'on se réfère à l'évolution des lésions naturelles sur arbre adulte : la progression du parasite et des lésions est nettement plus importante vers le haut que vers le bas. L'importance de l'extension basipète de la nécrose tissulaire observable est donc peu discriminante et assez peu représentative des relations hôte-parasite.

Travailler sur les racines

La réceptivité importante des racines, même assez jeunes, mise en évidence notamment sur jeunes semis ouvre une autre voie pour évaluer le niveau potentiel de résistance des individus. Comme sur les autres organes, on peut escompter qu'une fois acquise une référence de résistance, la variation inter-individuelle de l'ampleur de l'infestation, qui traduit des différences dans la vitesse d'apparition de la résistance, permettra, pour peu qu'on dispose d'une base de référence de résistance, de discriminer des ensembles d'individus.

La difficulté de la notation des résultats ainsi que la complication liée aux opérations d'inoculation et de repiquage avaient dans un premier temps conduit à écarter cette voie pourtant facilitée par la maîtrise de la technique de contamination des racines lors du repiquage qui présente des analogies avec celle utilisée avec succès pour une maladie vasculaire de l'abricotier, la verticilliose. Au stade actuel de l'exploration de cette voie, les essais d'inoculation sont entamés, les stades possibles d'inoculation au repiquage ayant été préalablement définis.

Un test standard pour individu adulte

Simultanément, la valorisation de la technique standard d'inoculation a été entreprise en vue de son application à l'estimation rapide de la sensibilité de tout arbre adulte paraissant a priori intéressant. La méthode consiste à inoculer des branchettes de 1 cm de diamètre et de 30 cm de long conservées en sacs plastique à 25°. La longueur de la nécrose des tissus obtenue après 20 jours, au niveau du cambium semble constituer un bon critère de degré de sensibilité de l'individu testé. La vérification de la reproductibilité des résultats est en cours et la comparaison systématique à la réaction d'un étalon sensible permettra de mieux interpréter les résultats.

Reproduire in vitro

Sur le plan de la multiplication végétative in vitro, les travaux ont outre la mise au point des techniques de bases adaptées au bouturage des jeunes plantules et de jeunes tiges de platanes adultes, ouvert la voie à des projets à plus long terme comme l'isolement et le développement in vitro d'apex de platane, et l'embryogenèse somatique à partir de cals tissus d'organes jeunes.



Induire des mutations

En ce qui concerne les travaux sur la radio-sensibilité des semences de platanes dans une perspective de mutagenèse forcée (qui en l'absence de géniteurs résistants répond à l'accroissement souhaitable des ressources génétiques), ils ont permis sur la base de premières expériences effectuées en 1965 (à l'époque où certains chercheurs s'intéressaient au débourement des glomérules, source de manifestations allergiques diverses) de déterminer la fourchette des niveaux d'exposition au rayonnement gamma du Cobalt 60 les plus adaptés.

Il est donc possible maintenant d'intervenir sur des semences issues de provenances diverses, française et étrangères afin d'augmenter les chances d'obtention d'un clone résistant à la maladie. Par ailleurs, l'un des pieds mères obtenus antérieurement a fourni des semences de deuxième génération elles seront soumises aux épreuves de résistance et permettront la reprise du traitement mutagène par sélection récurrente.

Expérimenter in vivo

Au nombre des travaux à entamer, mais déjà préparés et rendus possibles après cette phase exploratoire, il faut citer l'inoculation, en conditions extérieures protégées, de platanes de grande taille qui se seraient révélés résistants. Les techniques sont disponibles ; elles ont déjà été utilisées pour préciser certaines des mesures de prophylaxie imaginées contre la maladie.

Une collaboration transatlantique

L'obstacle le plus contraignant reste l'absence de référence de matériel résistant ; il est d'autant plus gênant que les différences de comportement entre stades jeune et adulte peuvent être très importantes.

Les efforts de prospection ont donc aussi porté sur la recherche de sources de résistance dans des régions et chez des espèces éloignées des nôtres, entre autres aux États-Unis, berceau de la maladie.

Ce travail d'enquête a permis d'entrer en contact avec un pathologiste américain, travaillant sur le chancre coloré, qui a repéré expérimentalement sur quelques clones de platanes d'Amérique (*P. occidentalis*) de 15 ans des réactions notables de résistance. Ce matériel, qui par ailleurs présente une variabilité génétique beaucoup plus importante que celle de notre *P. acerifolia*, serait donc susceptible de fournir des références de tolérance et aussi de clarifier les relations entre les réactions de l'état juvénile et celles enregistrées à l'état adulte.

Par ailleurs, il pourrait, sans constituer une alternative immédiate puisque *P. occidentalis* se développe mal en Europe, fournir une source de résistance à inclure au patrimoine génétique de nos platanes locaux.

Un groupe de travail interdisciplinaire, rassemblant des chercheurs des départements Recherches Forestières et Pathologie Végétale de l'Institut, vient d'être créé pour conduire au mieux l'introduction du matériel américain intéressant et le programme d'hybridation à réaliser à partir de ce matériel. L'existence en France d'arbres presque prêts à être hybridés va permettre de gagner un temps précieux, même si le test de tri déjà élaboré devra sans doute être amélioré à la lumière des réactions observées sur *P. occidentalis*.

Gardarem lou platane

La recherche sur les platanes résistants au chancre coloré n'a donc pas encore abouti. Cependant, malgré un vide assez marqué de connaissances en la matière, les premières phases exploratoires ont permis de mieux cerner la problématique et les alternatives. Elle a aussi permis de préciser quelques hypothèses détaillées aux plans des mécanismes pathologiques et des modalités de l'induction de phénomènes de résistance. Des débouchés concrets devraient donc se dessiner à court terme. Et l'on peut espérer obtenir un clone proche de notre *P. acerifolia* notablement résistant au chancre coloré d'ici 5 à 10 ans.



Ces travaux, qui permettent de combler un retard certain en matière de recherche sur les arbres d'ornement, complètent donc l'action prophylactique plus opérationnelle et pragmatique menée par bien des services dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Les délais inhérents à la recherche et aggravés par le manque relatif de connaissances préalables commandent cependant que cette lutte directe contre l'extension de la maladie se poursuive énergiquement. L'INRA y contribue aussi tant en participant aux actions de repérage de l'extension de l'épiphytie, de formation et de sensibilisation des décideurs et des professionnels de l'élagage qu'en suscitant des prises de conscience de la part d'intervenants qui contribuent involontairement à la dissémination du chancre coloré.

Pour en savoir plus

Vigouroux A. - 1986 Les maladies du Platane, avec référence particulière su chancre coloré : situation actuelle en France - Hull. OEPP. 16, 527-532.

Vigouroux A. - 1987 : Les eaux courantes, moyen de diffusion possible de la maladie du chancre coloré du platane -Phytoma n° 388 p. 45-46.

Vigouroux A. , Rouhani H. - 1987 . Observations de sensibilités différentielles de quelques organes de *Platanus acerifolia* (.....) à *Ceratocystis fimbriata* f. *platani* - Eur. J. For. Path. 17, 181-184.