Le charbon de la canne à sucre : diversité du champignon et génétique de la résistance

Le charbon est une maladie présente dans toutes les zones de culture de la canne à sucre, à l'exception de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, qui est pourtant le berceau de l'espèce ancestrale domestiquée, Saccharum officinarum. Des études permettent désormais de mieux cerner la diversité génétique de ce champignon et le déterminisme génétique de la résistance de la canne.

Le charbon de la canne à sucre est une maladie due au champignon *Ustilago scitaminea*, dont la diversité génétique se révèle extrêmement faible en dehors de l'Asie. La lutte contre cette maladie peut s'appuyer sur la sélection de variétés résistantes, mais le déterminisme génétique de cette résistance n'est pas connu. Pour identifier les régions chromosomiques impliquées, une nouvelle stratégie a été mise en œuvre. Elle se fonde sur l'étude des associations entre marqueurs et résistance, qui s'avère particulièrement prometteuse.

Une lignée unique à l'origine de la maladie en dehors de l'Asie

Le charbon de la canne à sucre se manifeste par la formation d'un sore charbonneux en forme de fouet à l'extrémité des tiges infectées, qui peut libérer de grandes quantités de spores. La structure particulière de la diversité génétique de ce champignon a été étudiée, à l'échelle mondiale, grâce aux marqueurs microsatellites. Il apparaît que l'essentiel de cette diversité est détecté dans certaines populations du continent asiatique. La diversité génétique des populations provenant des continents américain et africain est, en revanche, extrêmement faible et toutes les souches non asiatiques étudiées sont issues d'un même génotype. Ces résultats suggèrent que les flux géniques entre continents sont rares puisqu'une lignée unique, originaire d'Asie, s'est répandue à travers le monde, probablement par le transport accidentel de boutures infectées. En dehors de l'Asie, l'utilisation de variétés résistantes devrait donc constituer une stratégie durable et efficace pour combattre la maladie. En Asie, compte tenu de la variabilité du pathogène, il serait intéressant de mieux caractériser les sources de résistance disponibles, en particulier celles de l'espèce sauvage *S. spontaneum*.

Le charbon de la canne à sucre se manifeste par la formation d'un sore charbonneux en forme de fouet à l'extrémité des tiges.
© J.-C. Girard, Cirad.

Repérer les associations entre marqueurs et résistance

Les variétés modernes de canne à sucre résultent de quelques hybridations interspécifiques réalisées entre *S. officinarum* et *S. spontaneum* au début du XXe siècle, en Inde et en Indonésie, dont les produits ont ensuite été entrecroisés moins d'une dizaine de fois pour aboutir à ces variétés. Il y a donc eu un fort effet de fondation, susceptible d'entraîner du déséquilibre de liaison. Ce déséquilibre de liaison, qui mesure l'association non aléatoire entre allèles à des locus distincts, est plus ou moins fort chez les plantes cultivées selon l'his-

toire de leur domestication et leur régime de reproduction. Chez la canne à sucre, ce fort déséquilibre de liaison a été confirmé en suivant le comportement de marqueurs AFLP (*amplified fragment length polymorphism*), dont la position sur les cartes génétiques de référence est connue : des associations significatives entre marqueurs peuvent être détectées jusqu'à des distances de plus de 20 cM, même si l'intensité moyenne du déséquilibre chute considérablement lorsque la distance génétique entre les marqueurs dépasse 5 cM. La structure de ce déséquilibre de liaison permet donc d'envisager de localiser des gènes d'intérêt en analysant les associations entre marqueurs et caractères sur l'ensemble du génome.

C'est sur la base de ce constat que le déterminisme génétique de la résistance au charbon a été exploré dans une population de cultivars constituée de deux sous-populations, l'une très résistante et l'autre très sensible au charbon. L'étude des associations entre la présence ou l'absence des marqueurs et la résistance a permis de mettre en évidence des régions chromosomiques liées à la résistance. Certaines d'entre elles correspondent à des QTL (*quantitative trait loci*) détectés lors d'une étude de cartographie génétique réalisée parallèlement sur un croisement contrôlé entre un cultivar résistant (R 570) et un clone sensible (MQ 76-53).

Les études d'associations apparaissent particulièrement prometteuses chez la canne à sucre. Elles viennent compléter les approches par QTL, qui se révèlent délicates chez cette plante hautement polyploïde.

● ● ■ **Louis-Marie Raboin, Laurent Costet,** Umr Peuplements végétaux et bioagresseurs en milieu tropical (Pvbmt),
Jean Carlier, Umr Biologie et génétique des interactions pour la protection intégrée (Bgpi),
Jérôme Pauquet, Angélique D'Hont, Umr Polymorphismes d'intérêt agronomique (Pia)

Contact : louis-marie.raboin@cirad.fr

Pour en savoir plus :

Raboin L.M., 2005. Génétique de la résistance au charbon de la canne à sucre causé par *Ustilago scitaminea* Syd. : caractérisation de la diversité génétique du pathogène, cartographie de QTL dans un croisement biparental et étude d'associations dans une population de cultivars modernes. Thèse de doctorat, AgroM, Montpellier, 119 p.
Raboin L.M., Oliveira K.M., Le Cunff L., Telismart H., Roques D., Butterfield M., Hoarau J.Y., D'Hont A., 2006. Genetic mapping in sugarcane, a high polyploid, using bi-parental progeny: identification of a gene controlling stalk colour and a new rust resistance gene. Theoretical and Applied Genetics, 112 : 1382-1391.
Raboin L.M., Selvi A., Miranda Oliveira K., Paulet F., Calatayud C., Zapater M.F., Brottier P., Luzaran R., Garsmeur O., Carlier J., D'Hont A., 2007. Evidence for the dispersal of a unique lineage from Asia to America and Africa in the sugarcane fungal pathogen *Ustilago scitaminea*. Fungal Genetics and Biology, 44 : 64-76.

Vite lu

Nouvelle méthode d'évaluation de la résistance au foreur ponctué

Le foreur ponctué est un ravageur de la canne à sucre présent en Asie et dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien. Sélectionner des variétés de canne résistante est une voie de lutte prometteuse. Le Cirad a mis au point une méthode permettant d'évaluer la résistance des variétés sélectionnées.

Les jeunes chenilles du foreur ponctué *Chilo sacchariphagus* (Bojer) (Lepidoptera : Crambidae) se nourrissent sur les feuilles du fouet de la canne à sucre, puis creusent des galeries dans la tige. Ces dégâts peuvent causer des pertes de rendement de près d'un quart. Le Centre d'Essai, de Recherche et de Formation sur la canne à sucre (Cerf) cherche à sélectionner des variétés résistantes à ce ravageur. Le Cirad, quant à lui, fournit à ces programmes de sélection des méthodologies évaluant la résistance des variétés de canne. Les méthodes utilisées classiquement consistent à dénombrer les entre-nœuds attaqués, voire à disséquer les tiges pour mesurer la longueur des galeries creusées par les chenilles. Ces méthodes sont lourdes et nécessitent d'importants moyens, car les variétés issues d'un programme de sélection sont nombreuses. D'où la nécessité de mettre en place une méthode simplifiée. Le Cirad a donc mené une étude de 2004 à 2006 sur 65 variétés de canne. Celle-ci a montré que le taux de tiges attaquées est la variable la mieux adaptée pour évaluer le niveau de sensibilité des variétés de canne au foreur, aussi bien d'un point de vue de coût que de fiabilité. La simplicité de cette méthode rend possible son utilisation en routine lors des essais de comportement de nouvelles variétés. Les résultats ont révélé que les variétés actuelles les plus productives tendaient à être plus sensibles au foreur. La libération de variétés de plus en plus performantes nécessite par conséquent un contrôle accru de leur niveau de sensibilité.

Dégâts causés par le foreur ponctué *Chilo sacchariphagus*.
© S. Nibouche, Cirad.

Pour en savoir plus :

Nibouche S., Tibere R., 2007. Damage assessment for selection of resistance to the spotted stalk borer and genetic correlations for resistance and yield components in sugarcane. Plant Breeding, à paraître.