

VINGT ANNÉES DE PROGRÈS EN VIROLOGIE VÉGÉTALE

par Hervé Lecoq¹ et Cécile Desbiez¹

Ces deux dernières décennies ont été marquées par des progrès remarquables dans la connaissance des virus de plantes, en particulier grâce au développement rapide des techniques de biologie moléculaire. En effet, ces virus possèdent des génomes de très petite taille, quelques milliers de nucléotides, codant pour quatre à douze gènes, donc facilement accessibles à l'étude. Toutefois, la plupart des virus de plante ont un génome composé non pas d'ADN mais d'ARN, difficilement manipulable directement. Fort heureusement, des ADN complémentaires (ADNc) infectieux peuvent être obtenus par transcription inverse à partir de l'ARN viral: inoculés à une plante, ces ADNc sont transcrits en ARN, ce qui permet de ré-initier un cycle viral normal. Il a donc été possible d'utiliser toute la palette des outils d'analyse et de manipulation de l'ADN pour explorer les bases moléculaires de la biologie virale. Quelques avancées significatives réalisées au cours de ces 20 dernières années en virologie végétale seront présentées.

L'accès à un nombre toujours croissant de séquences virales a permis de faire progresser remarquablement la taxonomie. Jusqu'aux années 90, la définition d'une nouvelle espèce virale était une tâche longue et fastidieuse, basée sur des critères qualitatifs (propriétés biologiques, morphologiques, sérologiques ou physicochimiques). Aujourd'hui, la comparaison des séquences nucléotidiques a introduit un critère quantitatif (le pourcentage d'identité de séquence) conduisant à une définition beaucoup plus simple de la notion d'espèce virale et permettant de mieux préciser les relations phylogénétiques entre virus distincts. Ainsi, le nombre d'espèces reconnues chez les virus de plantes a presque triplé en 20 ans et des outils de diagnostic moléculaire performants ont été mis au point (3).

L'organisation et le fonctionnement des génomes viraux sont désormais beaucoup mieux connus (3). Grâce aux techniques de génétique inverse utilisant des ADNc et la mutagenèse, des fonctions nouvelles ont pu être attribuées à des protéines virales impliquées dans les interactions virus-plantes hôtes ou virus-vecteurs. L'une des découvertes les plus significatives concerne la mise en évidence de protéines spécifiques aux virus de plantes, les protéines de mouvement, qui modifient la taille d'exclusion des plasmodesmes de la paroi végétale et permettent la migration de cellule à cellule des virus ou de leurs acides nucléiques.

Nous ne disposons pas de fossiles de virus pour retracer leur évolution. Des modélisations reposant sur une estimation de la vitesse de fixation de mutations dans les populations virales (horloge moléculaire) permettent toutefois de dater la divergence des virus au niveau intra- ou interspécifique. Ainsi, la date de diversification des potyvirus, le genre viral le plus important au plan agronomique, a pu être estimée à 8000 ans, c'est à dire à l'aube de l'agriculture (5). A un pas de temps plus resserré, les études d'épidémiologie moléculaire permettent aujourd'hui, avec l'aide de la modélisation, de mieux estimer les paramètres régissant l'évolution des populations virales dans la nature (facteurs environnementaux, introductions, mutations, recombinaisons, compétitions) (2, 4, 8).

Les années 90 ont également vu la première mise sur le marché aux États-Unis de plantes transgéniques résistantes aux virus. Des plantes résistantes à de très nombreux virus ont été obtenues de cette façon, ces dernières années, et les risques éventuels associés à leur utilisation bien évalués (6, 7). Reste à estimer leur durabilité: les essais en conditions confinées sont

¹ INRA, UR 407, Station de Pathologie végétale, Domaine Saint Maurice, 84140 Montfavet.

encourageants, mais seule une mise en culture en conditions naturelles permettra de le confirmer. Encore faudrait-il que cela soit légalement et socialement acceptable.

Enfin, les virus de plantes sortent désormais du champ de la seule agriculture. Certains d'entre eux comme le *Tobacco mosaic virus* sont utilisés dans le cadre des nanotechnologies ou comme vecteur d'antigènes pour la vaccination ou la désensibilisation. Des essais cliniques chez l'Homme ont déjà été réalisés, mais cela pose une nouvelle question : les virus de plantes sont-ils vraiment inoffensifs pour l'homme (1) ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) COLSON P., RICHET H., DESNUES C., BALIQUE F., MOAL V., GROB J.-J., BERBIS P., LECOQ H., HARLÉ J.-R., BERLAND Y., and RAOULT D., 2010. – Pepper mild mottle virus, a plant virus associated with specific immune responses, fever, abdominal pains, and pruritus in humans. *PLoS One* **5**, e10041.
- (2) DESBIEZ C., JOANNON B., WIPF-SCHEIBEL C., CHANDEYSSON C., LECOQ H., 2011. – Recombination in natural populations of watermelon mosaic virus: new agronomic threat or damp squib? *Journal of General Virology*, **92**, 1939-1948.
- (3) DESBIEZ C., MOURY B., LECOQ H., 2011. – The hallmarks of “green” viruses: do plant viruses evolve differently from the others? *Infection Genetics and Evolution*, **11**, 812-824.
- (4) FABRE F., CHADŒUF J., COSTA C., LECOQ H. and DESBIEZ C., 2010. – Asymmetrical over-infection as a process of plant virus emergence. *Journal of Theoretical Biology*, **265**, 377-388.
- (5) GIBBS A.J., OHSHIMA K., PHILLIPS M.J., GIBBS M.J. 2008. – The prehistory of potyviruses: their initial radiation was during the dawn of agriculture. *PLoS One*, **3**, e2523.
- (6) HAMMOND J., LECOQ H., RACCAH B., 1999. – Epidemiological risks from mixed virus infections and transgenic plants expressing viral genes. *Advances in Virus Research*, **54**, 189-314.
- (7) LECOQ H., RAVELONANDRO M., WIPF-SCHEIBEL C., MONSION M., RACCAH B., DUNEZ J. 1993. – Aphid transmission of a non-aphid transmissible strain of zucchini yellow potyvirus from transgenic plants expressing the capsid protein of plum pox virus. *Molecular Plant-Microbe Interaction*, **6**, 403-406.
- (8) LECOQ H., WIPF-SCHEIBEL C., CHANDEYSSON C., LE VAN A., FABRE F., and DESBIEZ C. 2009. – Molecular epidemiology of zucchini yellow mosaic virus in France: an historical overview. *Virus Research*, **141**, 190-200.