

Analyse des gènes et activité hormonale

En analysant les gènes régulés par des hormones, on a précisé les mécanismes de l'action hormonale. On isole d'abord des polypeptides et des messagers dont la synthèse est déclenchée ou inhibée par une hormone; puis, on identifie et on isole des séquences régulatrices des gènes et des protéines qui s'y lient; enfin, on introduit dans des plantes des gènes spécifiquement commandés par des hormones, afin d'en découvrir la fonction.

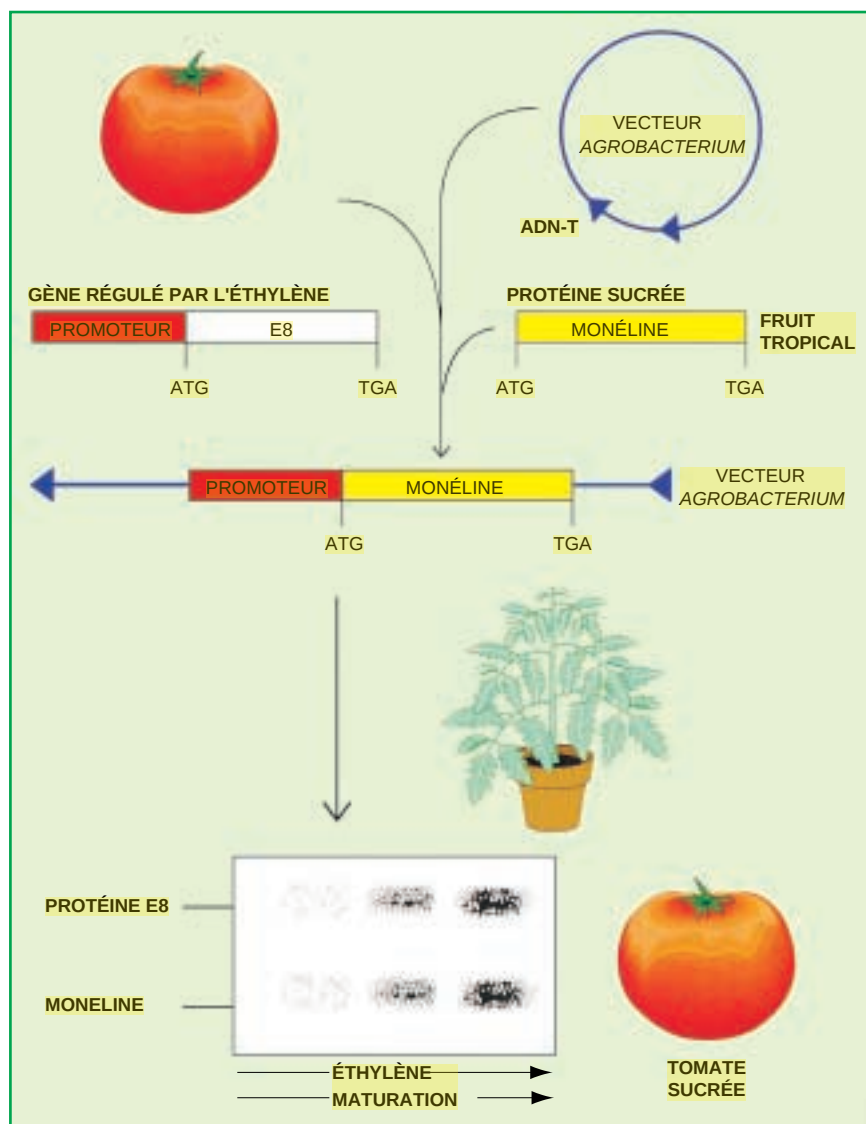
Certains de ces gènes contiennent des séquences *HRE* qui réagissent aux hormones (*HRE* pour *Hormone Responsive Elements*); ces séquences sont localisées dans la région du promoteur. Au cours de l'étude des promoteurs, on a délimité des séquences, spécifiquement reconnues par certaines protéines, dont la présence est nécessaire à la régulation du gène par l'hormone. La perte d'une séquence *HRE*, ou une mutation dans cette région, entraîne la perte partielle ou totale de la sensibilité à l'hormone: ces éléments agiraient comme des rhéostats modulateurs de l'expression du gène.

Dans notre laboratoire de l'Institut de biologie moléculaire et cellulaire des plantes, nous avons étudié l'expression du gène d'une thiolprotéase durant la sénescence d'ovaires de pois non pollinisés. L'application de gibbérellines sur l'ovaire évite sa sénescence et empêche l'expression du gène de la thiolprotéase. En revanche, elle favorise le développement de fruits sans graines. Pour observer l'expression du gène de la thiolprotéase, on construit un gène, par l'union d'une séquence du gène de la thiolprotéase et du gène marqueur *gus* (qui code l'enzyme β -glucuronidase). Quand ce gène est présent dans les fleurs où s'exprime temporairement le gène de la thiolprotéase, on le détecte par la couleur bleue due à l'enzyme β -glucuronidase. On délimite ainsi les séquences responsables du contrôle hormonal de l'expression génique.

L'étude de gènes contrôlés par les gibbérellines et par l'acide abscissique a permis l'identification de séquences régulatrices *GARE* (pour *Gibberellic Acid Regulatory Elements*) et *ABRE* (pour *Abscissic Acid Regulatory Elements*). L'identification d'ARN messagers et de protéines dont la production, très rapide, est commandée par des hormones a per-

mis l'identification de certains maillons de la chaîne de transduction du signal transmis par les auxines. Ainsi, l'expression de deux gènes (*IAA1* et *IAA2*) est-elle activée quatre ou huit minutes après l'action des auxines. Les produits de ces gènes, *IAA1* et *IAA2*, sont des protéines qui agissent dans le noyau dont la durée de vie moyenne est très courte (de six à huit minutes en moyenne); elles ressemblent à des facteurs de transcription présents chez les procaryotes. Ces protéines sont-elles l'autre extrémité de la chaîne de transduction du signal dû aux auxines?

Dès lors que les séquences cibles des hormones agissant sur l'ADN sont connues, nous pouvons chercher dans quelles cellules et dans quels tissus l'hormone s'accumule. On introduit, dans des cellules végétales, le promoteur d'un gène, contrôlé par des hormones et couplé à un gène marqueur. Par exemple, on construit un gène contenant le promoteur du gène *SAUR* du soja (un gène dont on ignore la fonction, mais qui est activé par des auxines), lié à la séquence codante du gène *gus* (on introduit ce gène dans des plants de tabac grâce à *Agrobacte-*



7. LES RÉGIONS RÉGULATRICES des gènes contrôlés par des hormones commandent l'expression d'autres gènes chez des plantes transgéniques. Cette figure illustre l'expression d'un gène de tomate constitué par les séquences régulatrices du promoteur du gène *E₈* et par la région codant la monéline, la protéine sucrée de la plante tropicale *Taumatococcus danielli*. Durant la maturation du fruit, la régulation est assurée par l'éthylène. Le fragment d'ADN constitué du promoteur et du gène codant la monéline est introduit dans des plants de tomate par l'intermédiaire d'*Agrobacterium*. Dans ces plantes transgéniques, la monéline est produite durant la maturation du fruit déclenchée par l'éthylène. La présence de monéline confère un goût sucré aux tomates, sans augmenter la concentration en sucres.

Antonio Granell et Juan Carbonell