

est modifiée par des hormones ; pour ce faire, on caractérise les séquences régulatrices d'ADN, on identifie les protéines qui s'y lient et l'on examine l'expression des gènes dans les plantes transgéniques.

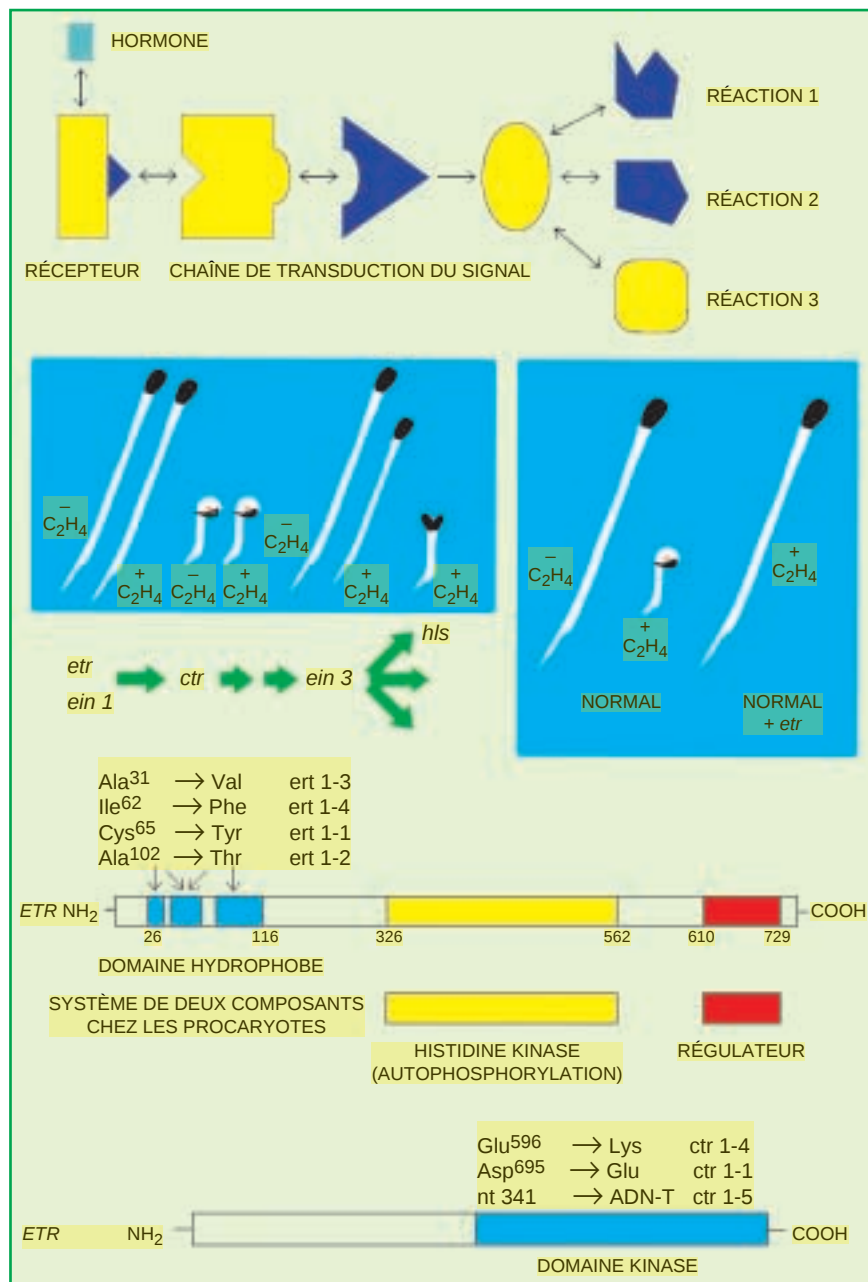
On a identifié les récepteurs hormonaux en isolant des protéines qui se lient à des hormones marquées. Pour localiser les récepteurs, on a également recours à d'autres molécules : des dérivés hormonaux modifiés par voie chimique, des dérivés photosensibles qui s'ancrent au récepteur lorsque leur structure est modifiée par la lumière et des anticorps anti-idiotypes (des molécules dont la structure est analogue à celle du complexe hormonal ; on les prépare en utilisant des anticorps dirigés contre le complexe hormonal et qui jouent alors le rôle d'antigènes).

Les hormones ne se lient pas seulement à leurs récepteurs : elles se fixent à d'autres protéines, par exemple à des enzymes et à des transporteurs. Dans le coléoptile du maïs, on a identifié et caractérisé la protéine qui se lie à l'auxine, ou ABP (*Auxin-Binding Protein*) ; elle se situe dans le réticulum endoplasmique et dans la zone externe de la membrane plasmique. La séquence du gène codant l'ABP et celle de la protéine ont été identifiées.

Les anticorps préparés contre l'ABP bloquent l'hyperpolarisation membranaire des protoplastes du tabac déclenchée par des auxines. En outre, un peptide (la région carboxylique de l'ABP) modifie les canaux qui régulent l'entrée et la sortie des ions potassium à travers la membrane cellulaire. Ces modifications identiques à celles que produisent des concentrations élevées d'auxine, surviennent en quelques minutes et rendent le cytoplasme basique. On en déduit que l'ABP serait responsable de la réponse primaire à l'auxine, et que l'ABP est peut-être le récepteur des auxines.

Les progrès les plus importants en matière d'identification des éléments qui participent à la chaîne de transduction du signal hormonal ont été obtenus par l'analyse des gènes dont une mutation perturbe les réactions aux hormones. Ils résultent de l'étude d'*Arabidopsis thaliana*, une plante dont le génome est limité.

Chez les plantes *Arabidopsis* poussant dans l'obscurité, l'éthylène déclenche une triple réaction : une inhibition de la croissance de l'hypocotyle (la partie de l'axe embryonnaire qui se trouve sous les cotylédons, et qui



5. UNE HORMONE VÉGÉTALE agit par l'intermédiaire d'un récepteur. L'interaction hormone-récepteur se transmet à une série d'éléments, les maillons de la chaîne de transduction du signal. Les réactions physiologiques des cellules ou des tissus effecteurs sont modulées par des facteurs qui leur sont spécifiques. L'utilisation de mutants dans la réaction à l'éthylène (C_2H_4) de la plante *Arabidopsis thaliana* a permis d'identifier certains éléments de la chaîne de transduction du signal hormonal. Les plantes normales d'*Arabidopsis* réagissent à l'éthylène en manifestant : 1) une inhibition de la croissance de l'hypocotyle et de la racine ; 2) un épaississement de l'hypocotyle ; 3) une accentuation de la courbure apicale. On utilise divers types de mutants : ceux qui sont insensibles à l'éthylène (*etr*, *ein1* et *ein3*) donnent toujours un phénotype qui croît en absence d'éthylène ; les mutants *ctr* présentent les trois réactions, même en absence d'éthylène exogène. Certains, comme le *hls*, ne développent que quelques-unes des caractéristiques des trois réactions. Lors d'expériences menées avec des mutants doubles, on peut établir la séquence d'activation des gènes. Les gènes identifiés qui participent à la chaîne des réactions à l'éthylène semblent avoir des fonctions similaires à d'autres gènes qui interviennent dans la chaîne de transduction du signal, dans d'autres organismes. L'analyse de la séquence du gène *ETR* indique qu'il code une protéine qui regroupe deux éléments semblables à un capteur et à un régulateur, deux protéines qui, chez les procaryotes, interviennent dans les systèmes de réactions aux signaux extracellulaires. La séquence de la protéine *CTR*, quant à elle, pourrait être comparée à celle des kinases Ser-Thr du type Raf présentes chez des animaux. Elle fait peut-être partie de la cascade des phosphorylations chargées de la transmission du signal hormonal.