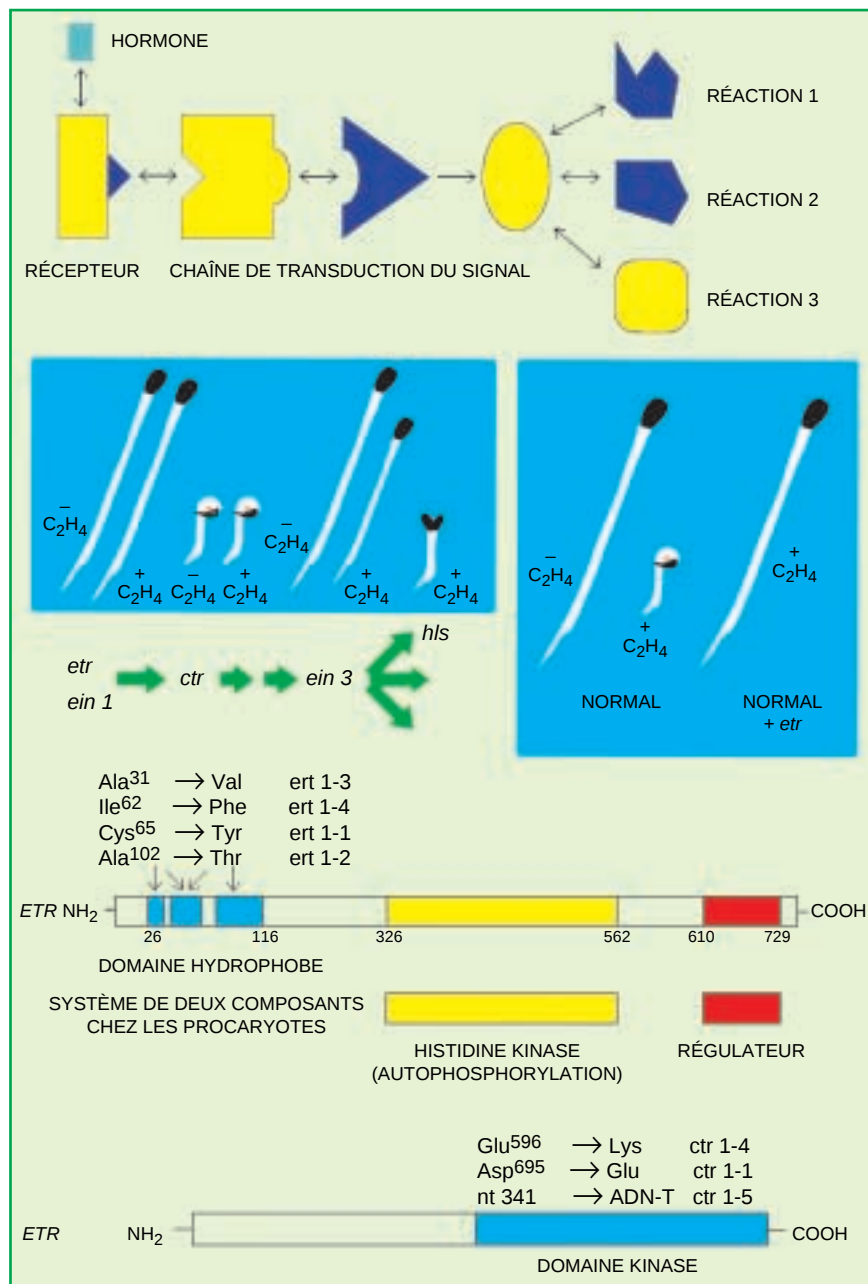


Chez les plantes *Arabidopsis* poussant dans l'obscurité, l'éthylène déclenche une triple réaction : une inhibition de la croissance de l'hypocotyle (la partie de l'axe embryonnaire qui se trouve sous les cotylédons, et qui



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.

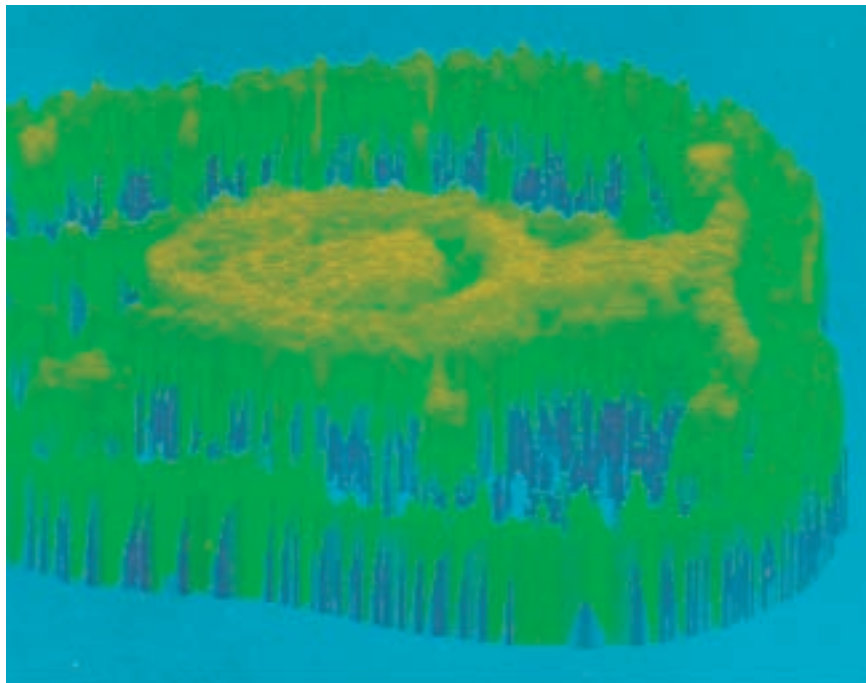
donne les racines) et de la racine ; un épaississement de l'hypocotyle ; une accentuation de la courbure apicale. Les chercheurs du laboratoire de J. Ecker, de l'Université de Pennsylvanie, ont isolé des mutants d'*Arabidopsis* dont la sensibilité à l'éthylène est modifiée.

Parmi ces mutants, les types *ein* (*ethylene insensitive*, c'est-à-dire insensibles à l'éthylène) et les *ctr*, présentent toujours les trois réactions, même en l'absence d'éthylène. Dans un autre mutant, le *hls* (sans courbure apicale), une seule des réactions à l'éthylène est perturbée.

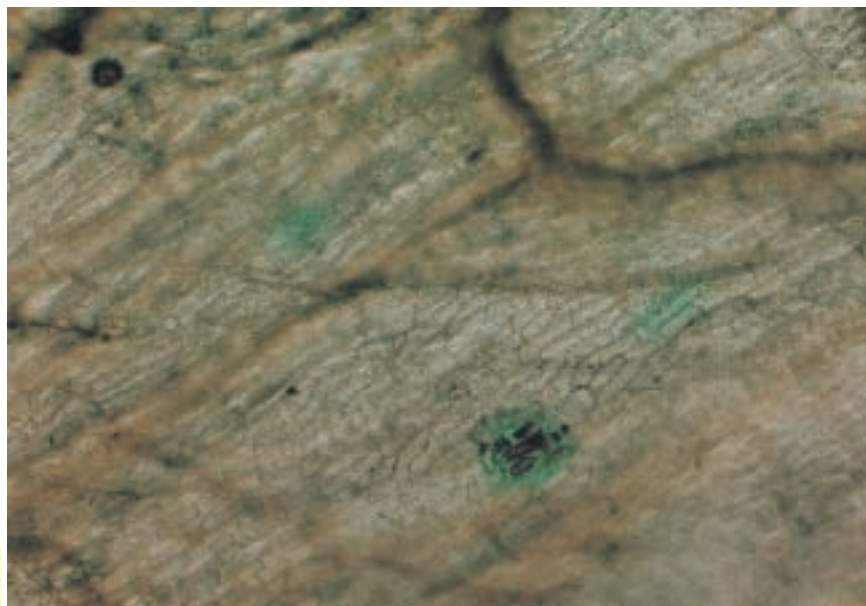
Les gènes semblent être activés dans l'ordre *Etr/Ein1 - Ctr - Ein3 - Hls*. On a identifié certaines de ces mutations en comparant les séquences correspondantes de l'allèle normal et des allèles mutés. La comparaison du gène *ctr* et d'autres gènes mutés a montré que la protéine qu'il code est une sérine-thréonine kinase, semblable aux protéines Raf. Ces protéines font partie de la cascade des kinases de la voie de la protéine Ras, une voie décisive dans la régulation de la croissance d'organismes aussi variés que les levures, les nématodes, les mouches ou les êtres humains. En outre, la protéine codée par le gène *EIN3* a une séquence semblable à celle de certains facteurs de transcription : elle participerait à l'activation d'une série de gènes qui, à leur tour, agiraient sur d'autres gènes, déterminant ainsi les réactions physiologiques.

L'analyse physiologique de mutants d'*Arabidopsis* qui ne présentent pas la triple réponse a permis l'identification du gène *ETR*, l'un de ceux qui la commandent. La protéine codée par ce gène est formée de 738 acides aminés ; elle contient une région amino-terminale hydrophobe et deux régions qui ressemblent à deux protéines bactériennes. La première région, qui va de l'acide aminé 326 à l'acide aminé 562, présente une homologie avec une histidine kinase qui s'autophosphoryle (c'est-à-dire qui est capable, sans intervention extérieure d'ajouter un groupe phosphate à sa propre molécule). La seconde région, qui va de l'acide aminé 610 au 729, présente les caractères d'un régulateur des systèmes procaryotes. Ainsi, la protéine végétale est constituée de deux éléments qui, chez les procaryotes, assurent la détection et la transmission de signaux, de l'extérieur vers l'intérieur des cellules.

Quatre mutants *etr* d'*Arabidopsis* ont une région amino-terminale hydrophobe anormale, et la mutation est dominante. Les plantes, qui devraient manifester la triple réponse dans une atmosphère d'éthylène, sont insensibles au gaz après introduction du gène mutant *etr-1*. La protéine Etr est-elle un récepteur, ou fait-elle partie d'un complexe, récepteur de l'éthylène ? On l'ignore encore, mais on sait désormais qu'Etr et Ctr interviennent dans un mécanisme intracellulaire commun à toute une série d'organismes.



N. Harris



D. Ordóñez

**6. L'EXPRESSION d'une thiolprotéase est contrôlée par des hormones dans des tissus floraux sénescents de pois.** L'ARN messager de la thiolprotéase est localisé dans l'ovule et dans l'endocarpe de l'ovaire (en jaune, en haut). On l'a détectée par une sonde ARN antisens qui s'hybride avec l'ARN messager de la protéase présente dans les cellules de ces organes. Le traitement de l'ovaire par l'acide gibbérellique inhibe l'expression de la protéase et provoque le développement du fruit. Pour étudier les gènes dont l'expression est commandée par les hormones, on construit un gène, qui contient un fragment du gène de la thiolprotéase associé à un gène marqueur (le gène de la  $\beta$ -glucuronidase de *Escherichia coli*). Cette combinaison est introduite dans les cellules de pétales de pois avec un canon à particules. Les cellules qui ont acquis le gène et expriment la thiolprotéase, expriment également la  $\beta$ -glucuronidase, que l'on détecte grâce à sa couleur bleue (en bas).