

FICHE DE SURVIE

Le contrôle du développement post-embryonnaire des Angiospermes

Les végétaux ont un développement continu, tout au long de leur vie. Leur croissance est harmonieuse, et conserve des proportions constantes entre les surfaces aériennes et souterraines.

La **morphogenèse** est sous contrôle **génétique**. Les gènes du développement sont des **homéogènes**, c'est-à-dire qu'ils codent pour des facteurs de transcription qui contrôlent le devenir des cellules.

Ainsi, chez *Arabidopsis thaliana*, ont été mis en évidence les gènes *stm*, *wus*, *clv* et *as* qui interviennent dans le fonctionnement du point végétatif caulinaire. Le gène *wus* s'exprime dans le centre organisateur du MAC (méristème apical caulinaire) et permet d'organiser l'initiation foliaire. Le gène *clv* active le passage des cellules vers un état déterminé. L'interaction entre *clv* et *wus* permet de maintenir constant le nombre de cellules méristématiques. Une exclusion réciproque s'observe entre *stm* et *as*. Les gènes *y* sont responsables du développement foliaire (en association avec d'autres homéogènes) alors que *stm* participe au maintien du MAC.

L'établissement de cartes de territoires présomptifs a montré que l'expression des homéogènes est liée à la position des cellules. Des signaux inhibiteurs interviennent également (au même titre que les facteurs de croissance animaux).

La croissance et la ramification sont sous contrôle **hormonal**. La principale phytohormone impliquée dans la croissance est l'**auxine**. Cette molécule hydrophile (acide β -indol 3 acétique) circule depuis l'apex qui la synthétise vers des régions plus basses. Dérivant du tryptophane, elle est produite dans les méristèmes apicaux aériens, en présence de lumière. Elle circule *via* un flux basipète reposant sur des transporteurs spécifiques enchâssés dans la membrane basale des cellules. Elle existe sous 2 formes : neutre AIAH en milieu acide et ionisée AIA⁻ à pH>7.

L'ajout d'auxine à des cellules végétales permet d'observer une **élongation cellulaire** qui se fait en 2 temps : une croissance immédiate et brève suivie par un ralentissement puis une reprise de la croissance. Cela indique que l'auxine a 2 actions : l'une immédiate et l'autre à plus long terme. L'action immédiate est une augmentation de la plasticité pariétale. Elle résulte de l'acidification de la paroi en raison de l'activation des pompes à protons. La baisse de pH déstabilise l'agencement moléculaire de la paroi (rupture des liaisons hydrogène, gélification des pectines, activations de cellulases et protéases). Le déficit en charges + dans le cytosol est compensé par une entrée d'ions K⁺, qui, ne se couplant à aucune molécule du cytosol, sont exportés vers la vacuole. Il s'ensuit une hausse de la pression osmotique, donc un appel d'eau engendrant une **turgescence** de la cellule. Le couple paroi **soUPLE** + turgescence assure l'élongation de la cellule. Cette élongation se poursuit puis est freinée jusqu'à ce que la cellule produise membrane et paroi. C'est l'auxine qui est responsable de cette synthèse, par action sur le génome. L'auxine, liée au récepteur ABP cytosolique, pénètre dans le noyau et agit sur la transcription de gènes.

L'auxine a un effet positif sur la croissance jusqu'à un **seuil**, caractéristique de chaque organe. Ainsi, la croissance de la racine, qui a un seuil assez bas, est plutôt inhibée par l'auxine. Par contre, l'auxine stimule la ramification racinaire.

Comme toutes les phytohormones, l'auxine agit également en association avec d'autres. En **synergie** avec les cytokinines, le rapport AIA / cytokinine oriente le devenir des cellules indifférenciées vers la formation de tiges feuillées ou de racines. Le couple auxine – cytokinine permet aussi d'équilibrer les croissances aériennes et racinaires du végétal. L'auxine agit en **antagonisme** avec l'éthylène dans le contrôle de l'abscission foliaire. Dans le cas de la ramification, l'auxine agit sur la dominance apicale, en association avec des oligosaccharines. Elle inhibe la ramification caulinaire mais stimule celle des racines.

Les **tropismes** sont des mouvements de croissance orientés par un facteur externe. Il peut s'agir de la lumière ou de la gravité. Le cas du phototropisme, mis en évidence sur des coléoptiles, met en jeu des pigments (phototropines) situés au niveau de l'apex, absorbant les radiations bleues à UV. La perception de la lumière stimule l'autophosphorylation de la protéine NPH1. En cas de lumière anisotrope, il se met donc en place un gradient de phosphorylations de NPH1. Ce gradient contrôle la migration d'auxine de la face éclairée vers la face à l'ombre du coléoptile. Il en résulte une inégalité d'auxèse entre les 2 faces du coléoptile, entraînant une courbure vers la lumière.

Le gravitropisme repose sur l'existence d'amyloplast de grande taille (= **statolithes**) dans des cellules spécialisées de la coiffe (= **statocytes**). La sédimentation des statolithes selon la force gravitationnelle déforme le cytosquelette d'actine. Or les filaments d'actine sont reliés à des canaux calciques à ouverture par la tension. Ainsi, la sédimentation provoque l'ouverture de canaux à Ca²⁺, donc l'entrée de cet ion, sur la face la plus basse du statocyte. L'ion calcium est impliqué dans le transport de l'auxine. AIA est donc majoritairement transloquée vers la face basse de la racine. La redistribution acropète de l'auxine va donc montrer une répartition inégale de l'auxine. La partie basse de la racine reçoit une grande quantité d'auxine (donc voit son auxèse inhibée) alors que la partie haute est pauvre en AIA et croît donc davantage : il s'ensuit une courbure vers le bas, suivant la force de pesantur.

Le développement des Angiospermes est sous contrôle interne (génétique et hormonal). Il est aussi modulé par l'environnement (tropismes, **accommodation** aux conditions externes). Il ne faut pas oublier le **facteur trophique** qui est lui aussi primordial dans le développement des végétaux. Un apport nutritif suffisant est indispensable au développement de toute plante.