

Les régulateurs de croissance

Un déséquilibre « hormonal »

Les plantes possèdent des substances qui, à l'instar des hormones animales, contrôlent leur développement. L'application d'un régulateur de croissance modifie la synthèse de ces substances et crée un nouvel équilibre. Quels sont les mécanismes en jeu ?



L'auxine agit sur divers processus physiologiques : division cellulaire, tropisme, différenciation des tissus et abscission. Un exemple ici avec à droite, une zone régulée et à gauche, non régulée.

La croissance et le développement d'une plante sont parfaitement organisés dans l'espace et dans le temps. Ils sont sous l'influence du génome, des facteurs du milieu, mais aussi de substances organiques naturellement présentes dans la plante. Ces substances sont très souvent comparées aux hormones animales et appelées « hormones végétales » ou « phytohormones ».

Pour comprendre le mode d'action des régulateurs de croissance, il convient de faire le point sur les phytohormones présentes dans la plante, aux différents stades de développement.

Des régulateurs naturels : les gibberellines et l'auxine

On distingue aujourd'hui cinq catégories de phytohormones naturelles : l'auxine, les gibberellines, les cytokinines, l'acide abscissique

et l'éthylène. L'application d'un régulateur sur céréale va modifier l'équilibre de ces phytohormones, en particulier l'auxine et les gibberellines.

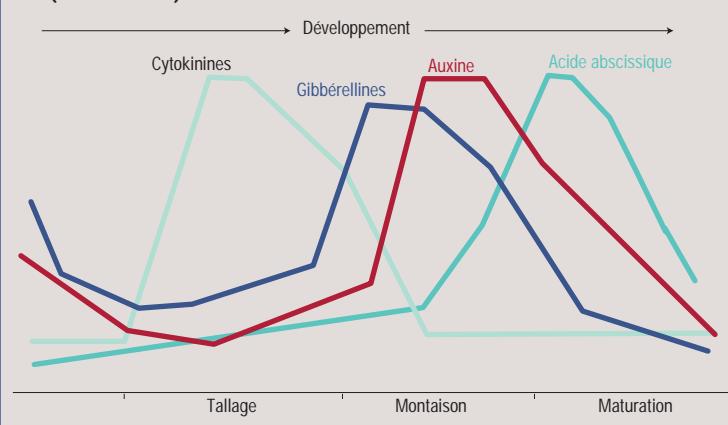
On recense actuellement une cinquantaine de gibberellines (notées en général GA1, GA2, etc...). Elles stimulent les divisions cellulaires et l'allongement des cellules des méristèmes sub-apicaux. Elles ont aussi un rôle sur la levée de dormance et la germination.

L'auxine, quant à elle, est produite dans les méri- stèmes apicaux et active

l'elongation cellulaire des tiges et coléoptiles. Elle inhibe en outre la croissance racinaire en induisant la formation d'éthylène. Au sens strict, l'auxine correspond à l'acide indol-acétique (AIA). Un herbicide très connu (2,4D ou acide 2,4 dichlorophenoxyacétique) a un effet similaire à l'auxine.

Les régulateurs de croissance utilisés sur céréales à paille agissent soit sur les gibberellines, soit sur l'auxine.

Figure 1 : Dominance des phytohormones au cours du temps chez le blé (Aufhammer)



Toutes les phytohormones ne sont pas produites au même moment du développement du blé. Les cytokinines sont majoritaires en début de tallage. Les gibberellines sont surtout présentes au début de la montaison. L'auxine prend le relais au cours de la montaison.

Ces phytohormones naturelles sont présentes à des moments précis du développement de la céréale (figure 1).

Comment agissent les matières actives régulatrices ?

Sur céréales à paille, on distingue six matières actives à propriété régulatrice : le chlormequat chlorure et le mépiquat (de la famille des ammoniums quaternaires), l'imazaquine (un herbicide de la famille des imidazolinones, inhibiteur de l'ALS, comme les sulfonylurées), le trinexapac-éthyl, la prohexadione calcium (tous les deux de la famille des acylcyclohexanediones, à activité proche de celle des herbicides de la famille des dimes) et l'étéphon.

Le chlormequat et le mépiquat agissent comme des « antigibberellines ». Ils inhibent les premières étapes de la biosynthèse de gibberellines. Cela se matérialise par une diminution de l'elongation cellulaire, un épaissement des parois cellulaires et un épaissement des tissus de la tige.

Le trinexapac-éthyl agit également comme un « antigibberellines ». Il est transporté au niveau des méristèmes et inhibe l'enzyme Acétyl coA carboxylase, enzyme

Les « antigibberellines » sont efficaces début montaison sur des cultures naturellement fournies en gibberellines, comme le blé.

clef dans la synthèse des acides gras. Par ailleurs, le trinexapac-éthyl bloque le fonctionnement d'enzymes clefs de la biosynthèse des gibberellines. Parmi ces étapes catalysées, la 3β-hydroxylation est essentielle à l'activité des gibberellines (conversion de GA inactive en GA active).

Le prohexadione calcium a une activité similaire au trinexapac-éthyl.

Des similitudes avec des herbicides

L'imazaquine est une imidazolinone. À ce titre, cette molécule bloque la synthèse de trois acides aminés essentiels (valine, leucine, isoleucine). À faible dose, on suppose que l'imazaquine favorise la mobilité du chlormequat chlorure dans la plante et en améliore la diffusion. L'imazaquine n'est pas formulée seule, mais en association avec du chlormequat chlorure. L'étéphon est capable de migrer

Adapter le mode d'action à la dominance des phytohormones

Compte tenu du mode d'action de ces molécules et des variations d'équilibre des phytohormones dans la plante au cours du temps, l'application d'un antigibberellique en début de croissance des entre-nœuds réduit leur élongation.

Aux stades ultérieurs de développement du blé, l'influence des gibberellines est beaucoup plus limitée alors que le rôle des auxines devient prépondérant. Pour d'autres céréales, orges ou seigle par exemple, l'équilibre gibberellines/auxine tourne à l'avantage très net de l'auxine (tableau 1). L'effet des gibberellines est passager et limité au stade tallage et pré-tallage. Ces céréales ne sont donc pas raccourcies par les antigibberelliques. L'étéphon agit sur les orges et seigle tandis que le chlormequat est plus actif sur blé.

Tableau 1: Equilibre en auxine et gibberellines, pour différentes céréales (source : T. Szöke)

Substances naturelles	Gibberellines	Auxine
Blé tendre	++++	++++
Triticale	+++	+++++
Blé dur	++	++++++
Seigle — Orge	(+)	++++++

→ Selon la céréale, les proportions d'auxine et de gibberellines sont différentes. L'emploi d'un régulateur « antigibberellines » aura par exemple très peu d'impact sur orges et seigle. Ces cultures contiennent très peu de gibberellines, mais beaucoup plus d'auxine.

rapidement vers les tissus en croissance active où il est décomposé en éthylène. Celui-ci inhibe la production d'auxine.

Sur d'autres cultures (colza notamment), d'autres régulateurs de croissance sont utilisés et notamment le paclobutrazole (Parlay C par exemple). Il s'agit d'un triazole, bien connu pour ses effets fongicides, mais qui intervient également dans la biosynthèse des gibberellines. ■

Ludovic Bonin,

l.bonin@arvalisinstitutduvegetal.fr

Gérard Citron,

g.citron@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal

La verse résulte d'une croissance galopante de la culture, liée en particulier à la variété, aux conditions climatiques et à la fertilisation azotée.