

# Qualité de la tige chez les hybrides de maïs

Plusieurs types de stress chez le plant de maïs peuvent réduire la qualité de la tige ce qui en résulte des problèmes au niveau de la tige survenant dans de nombreux champs chaque année à travers les É.-U. et le Canada. Le stress causé par la sécheresse, un ensoleillement réduit, une pression d'insecte et de maladie et des dommages de grêle sont des stress qui peuvent engendrer une qualité de tige médiocre. Même de bonnes conditions de croissance peuvent mener à des problèmes de tige lorsque suivi par des conditions moins favorables. Plusieurs autres facteurs, incluant l'historique des cultures, la fertilité du sol, la génétique des hybrides et les effets du microclimat peuvent accentuer le problème dans des champs en particulier. Le présent article traite des causes et de la gestion des problèmes de pourriture des tiges chez le maïs.

## Photosynthèse et déplacement des hydrates de carbone dans un plant de maïs



La photosynthèse dans les feuilles du maïs produisent des sucres.

Par l'intermédiaire de la photosynthèse, les feuilles d'un plant de maïs captent la lumière du soleil et le gaz carbonique et produit des sucres (photosynthétat). Ces sucres sont dirigés vers les organes du plant en croissance active. Dès le début du développement du plant, les sucres se déplacent vers les racines, là où ils sont convertis en hydrates de carbone structuraux et protéines lors du développement des tissus

racinaires. Au fur et à mesure que la plante poursuit sa croissance, les photosynthétats sont dirigés vers la tige pour un entreposage temporaire.

Suite à une pollinisation réussie, le développement de l'épi accroît grandement la demande du plant en hydrate de carbone. Lorsque la demande en hydrate de carbone de la part des grains en développement dépasse la quantité produite par les feuilles, les réserves entreposées dans les tiges et les racines sont exploitées. Les études universitaires indiquent que lors du remplissage du grain, environ 60 à 70 % des hydrates de carbone non fibreux dans la tige sont déplacés dans d'autres parties de la plante, mais principalement dans l'épi. Cet épuisement de la tige débute environ deux à trois semaines après la sortie des soies. Les stress causés par le milieu réduisent la quantité de photosynthétats produits par le plant ce qui peut forcer les plants à extraire un pourcentage encore plus élevé d'hydrates de carbone de la tige, préservant le taux de remplissage aux dépens de la tige.



Une tige de maïs affectée à la fois par une pourriture Gibberella et antracnose

Plusieurs conditions climatiques peuvent causer une réduction de la quantité de photosynthétats produit par le plant. Un stress de sécheresse et une faible luminosité en sont deux exemples. Des facteurs peuvent réduire l'efficacité de la surface foliaire comme des lésions causées par des maladies,

la nutrition des insectes ou des dommages de grêle réduisent aussi la production de photosynthétats. Comme les hydrates de carbone emmagasinés dans les racines et les tiges sont déplacés vers l'épi, ces structures commencent à dépérir et perdront assez rapidement leur résistance face aux pathogènes transmis par le sol. Les températures élevées à ce moment augmentent le rythme auquel le champignon envahit et colonise le plant. Malgré que les pathogènes jouent un rôle clé dans le développement de la pourriture de la tige, il est principalement dû à l'incapacité du plant de fournir suffisamment de photosynthétats pour le développement de l'épi qui initie le processus.

## La pourriture de la tige débute souvent par une pourriture des racines

Le champignon causant la pourriture des tiges réside dans la rhizosphère du sol survivant dans les cellules éliminées et les éléments nutritifs excrétés par les racines. Ceux-ci protègent les racines et les tiges d'un envahissement par les métabolites produits par le plant. Advenant une insuffisance brutale et insurmontable au niveau des tissus sains, ce champignon opportuniste va rapidement envahir les racines affaiblies et agonisantes. Ceci survient au moment où le plant redirige les hydrates de carbone vers les grains lors du remplissage de l'épi et que les racines commencent à languir. Après que les racines ont été colonisées, l'infection se répand jusqu'à la tige.



La pourriture de la racine débute à la base de la tige.

Comme les tissus vasculaires dans le plant deviennent obstrués par la croissance du mycélium fongique, l'approvisionnement en eau vers le plant devient restreint. Le flétrissement et la mort prématurée du plant survient par la suite. Une décoloration externe du bas de la tige devient évidente comme la détérioration des tissus internes de la tige progresse. L'intégrité structurale de la tige est réduite par ce dépérissement et le plant est sensible à la verse. Les orages et les

grands vents procurent la force nécessaire pour faire tomber les tiges affaiblies.

### Le milieu de croissance

Le milieu de croissance a un effet critique sur la capacité du plant à fournir une quantité suffisante de photosynthétats nécessaires au développement de l'épi. Pratiquement tous les stress affectant le plant réduiront la photosynthèse et la production de sucres dans les feuilles en résultant.

**Stress de sécheresse:** La diminution du taux photosynthétique causé par un stress de sécheresse a été bien documentée dans les études de recherche. Les relations de l'eau à l'intérieur du plant et les échanges de CO<sub>2</sub> et d'oxygène sont directement affectées. De plus, si un enroulement des feuilles survient lors de la sécheresse, l'efficacité de la surface foliaire pour recueillir les rayons du soleil est réduite. Dans les études de recherche pour lesquelles l'eau a été extirpée des plants au début du stade de remplissage à mi-grain, la photosynthèse a éventuellement régressé. Le développement du grain en découlant a dépendu uniquement des réserves en hydrate de carbone dans la tige.

**Ensoleillement diminué:** La photosynthèse est plus efficace en plein soleil. Les études ont montré que le rythme de photosynthèse s'accroît de façon proportionnelle avec l'intensité de l'ensoleillement. Une expérience a indiqué que la cadence de la photosynthèse est réduite de plus de 50 % lors d'une journée nuageuse comparativement à un jour de plein soleil. Des conditions nuageuses qui perdurent lors du remplissage de l'épi provoquent un affaissement sévère des réserves dans la tige.

**Réduction de la surface foliaire:** Toute réduction de la surface foliaire limitera la photosynthèse. La surface foliaire peut être réduite en raison de la grêle, du gel, des lésions de maladies, de la nutrition des insectes ou des dommages mécaniques. Peut importe à quel moment l'efficacité de la surface foliaire est réduite avant le remplissage complet de l'épi, les tiges seront affaiblies.

**Conditions hâtives favorables, stress lors du remplissage de l'épi:** Chaque grain potentiel représente une exigence supplémentaire quant aux sucres translocables à partir du plant. Si les conditions de croissance sont favorables lorsque le nombre de grains par épi est établi (V10-V17), plus la demande éventuelle en photosynthétats sera importante. Si des conditions de stress se développent lors du remplissage de l'épi, celles-ci vont rendre le plant incapable de produire assez de sucre et les tiges en souffriront.

La recherche a démontré que le nombre de grains par épi sur les plants affectés par une pourriture de la tige est souvent meilleur comparé aux plants sains adjacents. Dans une étude, les tiges affectées par la pourriture montraient 12 % de plus de grains en moyenne que les tiges en santé. La demande supplémentaire en

hydrates de carbone par des épis plus gros provoque souvent un plus grand affaissement de la tige et une pourriture de la tige par la suite.

### Fertilité du sol

Les études de recherche ont documenté que la fertilité du sol a un effet majeur sur la qualité des tiges. Notamment, il y a des études qui démontrent qu'une combinaison de teneur élevée en azote et faible en potassium peut affecter sévèrement la qualité de la tige. Les chercheurs proposent que des applications annuelles de N et K (N présent, K pour K<sub>2</sub>O) devraient être approximativement de l'ordre de 1 pour 1 pour un équilibre favorable dans le plant de maïs afin de réduire le risque de pourriture et de bris des tiges.

Une teneur élevée en azote est associée avec un grand nombre de grains, ce qui accroît la demande d'hydrates de carbone vers l'épi. Une teneur plus élevée en azote contribue également au déplacement de ces hydrates de carbone à l'extérieur de la tige vers l'épi par l'augmentation du taux de translocation à l'intérieur du plant. Le rôle du potassium dans la prévention de la mort prématurée du plant a été établi il y a longtemps. Les fonctions du potassium se situent au niveau de la construction des tissus foliaires et de la tige ainsi que dans la régulation du mouvement de l'eau à l'intérieur du plant. L'augmentation du potassium a été associée à l'accroissement du rythme photosynthétique.

### Différences au niveau de l'hybride

La génétique de l'hybride a une influence importante sur le potentiel de verse de la tige. Quelques hybrides répartissent naturellement davantage d'hydrates de carbone vers les tiges. Quoiqu'utile lors d'une année où la qualité des tiges est médiocre, cette caractéristique peut limiter le potentiel de rendement dans un environnement plus normal. Dans le processus de développement de l'hybride, les chercheurs doivent être attentifs afin de sélectionner des hybrides ayant un potentiel de rendement récoltable sur de nombreuses années et conditions tout aussi bien que la qualité de la tige.

Certaines caractéristiques tel que vu, outre celles de la résistance de la tige peuvent influencer le potentiel d'un hybride pour la verse. Les hybrides enclins aux maladies foliaires peuvent perdre une surface foliaire significative, affaiblissant les tiges. La sensibilité à des pathogènes spécifiques causant une pourriture des tiges augmentent aussi le risque de verse des tiges.

### Autres effets

**Micro-climat:** Maintes fois, de petites différences entre les champs, ou des zones du même champ peuvent expliquer pourquoi il y a ou non de la verse du maïs. Les différences au niveau de la fertilité et de l'humidité des sols, espacement entre les plants, la nutrition des insectes ou la force du vent peuvent amener la verse des plants au-delà du seuil économique. Ces effets sont difficiles à prévoir, cependant, le dépistage des champs

à l'automne pour identifier les régions problématiques et une récolte hâtive peuvent réduire les pertes au champ.

**Population de plant:** Des recherches sur plusieurs années peuvent démontrer que la verse augmente que légèrement lorsque la population de plants est plus élevée. Par exemple, un compte-rendu de recherches de Pioneer menées de 2004 à 2007 dans 35 milieux avec un historique de verse élevée, établit que le pourcentage de verse de la tige augmente de seulement 0.5 % par 1000 plants/acre de population.

### Réduction des pertes rendement causées par la verse de la tige



Tige de maïs pliée.

Un dépistage minutieux et la récolte des champs en fonction des conditions de culture peuvent aider à prévenir les pertes au champ causées par des tiges de moindre qualité. La perte de potentiel de rendement du maïs devrait être pesée pour en mesurer la gravité tout comme la teneur en eau du grain afin de décider quels champs seront récoltés en premier.

Effectuer un dépistage des champs environ deux à trois semaines avant la de récolte prévue permet d'identifier les champs renfermant des tiges faibles prédisposées à la verse. Les champs ayant un fort potentiel de verse devraient faire l'objet d'une planification de récolte hâtive.

### La recherche de Pioneer met l'emphase sur la qualité de la tige

Les sélectionneurs de maïs de Pioneer utilisent des techniques agressives pour éliminer les hybrides ayant une qualité de tige médiocre, incluant des tests de poussées manuelles et mécaniques qui reconstituent la force du vent sur des plants de maïs. De plus, les plants sont inoculés avec des pathogènes responsables de la pourriture de la tige lorsque nécessaire afin que les génotypes sensibles n'échappent pas à l'attention de personne. Les phytopathologistes de Pioneer surveillent la gravité des maladies et aident les sélectionneurs dans leurs efforts pour inoculer, trier et caractériser les produits.

Pioneer Hi-Bred travaille également à incorporer des gènes pour une résistance spécifique à des organismes responsables de la pourriture de la tige dans les hybrides de marque Pioneer®. Les chercheurs de Pioneer ont caractérisé et déployé un gène naturel du maïs qui procure une résistance à *Colletotrichum graminicola*, le champignon qui est responsable de la pourriture anthracnose de la tige et de la mort prématurée du plant. L'anthracnose est la pourriture de la tige la plus fréquente rencontrée par les producteurs de maïs à travers le monde, causant des pertes de rendement atteignant jusqu'à 40 pourcent en termes de

réduction du diamètre de l'épi et de verse de la tige. Par l'utilisation de techniques avancées dans la cartographie de gènes et de sélection moléculaire, Pioneer incorpore ce gène dans ces hybrides de maïs élites pour une large gamme de maturités. Les hybrides avec ce caractère de résistance devraient être disponibles aux producteurs dans un avenir très rapproché.

Les essais de recherche de Pioneer ont pour but de mesurer la performance des produits pour tous les caractères les plus importants sous une large gamme de conditions croissance. Les essais pour l'avancement de produit de Pioneer évaluent en profondeur la stabilité des tests de performance permettant ainsi un positionnement adéquat des lancements de nouveaux produits. Ce programme d'évaluation rigoureux comprend la caractérisation de la qualité des tiges pour tous les produits pré-commerciaux et commerciaux. Pioneer utilise cette information pour développer des côtes de verse de tige pour tous ses hybrides ce qui aident les clients à faire une sélection appropriée des hybrides pour leurs champs.