

## Risque de dommages à l'épi de maïs en cas d'application non homologuée de glyphosate

### Risque de dommages en cas de traitement tardif

- Le traitement de glyphosate sur du maïs résistant au glyphosate plus tard que ce qui est recommandé sur l'étiquette du produit peut endommager les épis et réduire le rendement.
- Les traitements tardifs non homologués, au glyphosate, donnent lieu à différents symptômes de dommages sur les grains de maïs.
  - Les grains sur les épis atteints sont mal développés.
  - Les grains sains prennent de l'expansion pour combler les espaces laissés par les grains endommagés. Il en résulte un épi d'aspect désordonné.
- Des symptômes de dommages peuvent également apparaître en bordure de champ à la suite d'un traitement au glyphosate dans les champs de soya adjacents ou d'un traitement localisé des mauvaises herbes dans les rangs près des clôtures.



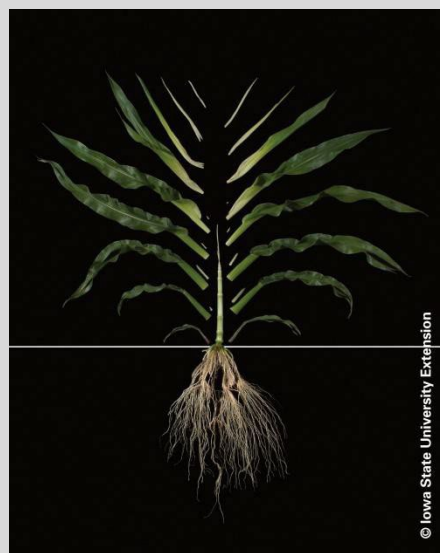
Formation irrégulière des grains de l'épi de gauche, causée par une application tardive de glyphosate, à droite, un épi normal. Photo par Clyde Tiffany, agronome chez DuPont Pioneer, 2010.

### Comment survient le dommage?

- La présence de glyphosate dans l'épi en développement au moment où il est susceptible, peut causer des dommages.
- En se déplaçant dans le phloème du plant, le glyphosate a tendance à s'accumuler dans les tissus de réserves, tels que les pousses et les racines en croissance (Hetherington et coll., 1999).
- Les molécules de glyphosate sont peu ou pas métabolisées dans le plant. Il en résulte que l'herbicide reste sous sa forme active et peut endommager les tissus en développement qui n'expriment pas suffisamment la forme résistante du site cible (Feng et coll., 2010).

### Moment propice de l'application

- Roundup WeatherMax® avec la technologie Roundup Ready® 2 peut être appliqué sur le maïs jusqu'au stade V8 ou jusqu'à ce que le maïs atteigne 30 pouces de hauteur, selon la première éventualité; conformément aux directives de l'étiquette.
- Pour le maïs de 30 à 48 pouces de hauteur, les traitements ne peuvent être effectués qu'à l'aide d'un pulvérisateur au sol équipé de buses à jet projeté.
- Toujours lire et suivre les directives de l'étiquette.



Plant de maïs disséqué au stade de croissance V9 montrant des pousses d'épi en développement présentes à plusieurs nœuds.

Photo gracieuseté du service de vulgarisation de l'université d'État de l'Iowa.

### Pourquoi seuls certains grains sont-ils touchés?

- De nombreux hybrides résistants au glyphosate ne sont pas homozygotes pour le caractère — un parent (généralement le parent femelle) est résistant et l'autre ne l'est pas.
- Les plants hybrides F1 qui en résultent sont tous hétérozygotes pour le caractère, avec un allèle résistant et un allèle sensible. L'allèle résistant est dominant, de sorte que les plants hybrides sont tous résistants au glyphosate.
- Les grains fécondés sur le plant représentent la génération F2. Étant donné que les embryons F2 sont tous issus de deux parents F1 hétérozygotes, ils produiront 25 % de résistants homozygotes, 50 % de résistants hétérozygotes et 25 % de résistants homozygotes sensibles.
- Cela signifie qu'environ 25 % des grains en développement sur un épi sont susceptibles d'être endommagés s'ils sont exposés au glyphosate.

		Parent 1		F2
		R	r	
Parent 2	R	RR	Rr	RR 25 %
	r	Rr	rr	Rr 50 % rr 25 %



Gauche — Épi présentant des grains translucides « en bulle » à la suite d'une application tardive de glyphosate. À droite — Un épi endommagé à un stade plus avancé de développement, où les grains affectés ont rétréci et se sont effondrés. Photos de Dan Emmert et Curt Hoffbeck, agronomes chez DuPont Pioneer, 2010 (à gauche) et 2014 (à droite).

- Le germe des grains touchés meurt tandis que le tégument et l'endosperme restent vivants.
  - Dans un premier temps, le grain prend l'allure d'une bulle translucide.
  - Au fur et à mesure du développement de l'épi, les grains endommagés apparaissent creux et finissent par s'affaisser.
  - Les grains sains prennent de l'expansion pour combler les espaces laissés par les grains endommagés et donnent à l'épi un aspect désordonné.

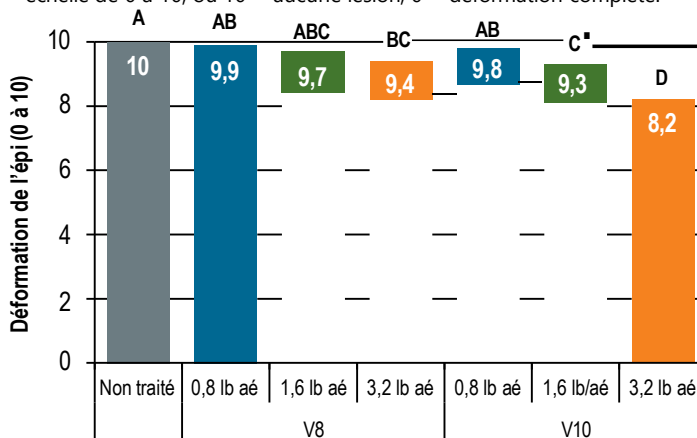


Les épis de maïs à droite montrent les effets d'une application tardive de glyphosate sur le maïs application non homologuée. Les deux épis de gauche proviennent d'une zone du même champ qui n'a pas fait l'objet d'une application tardive de glyphosate. Photo par Curt Hoffbeck, agronome chez DuPont Pioneer, 2014.

## Facteurs influençant le risque de dommage

- Le principal facteur de risque de dommages sur l'épi de maïs dus au glyphosate est l'application tardive et non homologuée.
- Le risque de dommages augmente aussi avec la dose de glyphosate. Ainsi, les zones de chevauchement du pulvérisateur ou les plants en bordure de champ exposés à des traitements localisés à dose élevée près des clôtures peuvent être affectés. Les
- symptômes de dommage peuvent varier selon les conditions environnementales. Une étude de trois ans sur les applications tardives, à dose élevée non homologuées, au Michigan et en Ontario a révélé des dommages entraînant une perte de rendement dans seulement la moitié des sites (Mahoney et coll., 2014).

Déformation de l'épi associée au traitement de glyphosate à deux périodes et trois doses sur cinq sites de l'Ontario et du Michigan, 2009-2011. La déformation de l'épi est évaluée visuellement sur une échelle de 0 à 10; où 10 = aucune lésion, 0 = déformation complète.

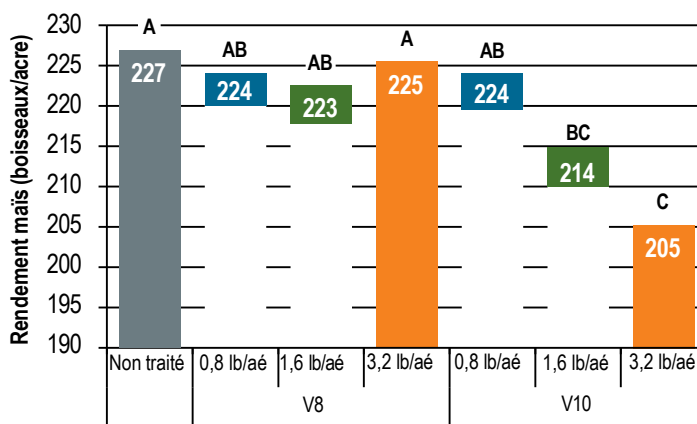


Les moyennes notées avec la même lettre ne sont pas significativement différentes selon la méthode Fisher des moindres carrés ( $P < 0,05$ ).  
Taux de glyphosate de 0,8 lb/acre équivalent à 22 oz/acre de Roundup WeatherMax®.

## Impact sur le rendement

- Étant donné que, dans la plupart des cas, 25 % des grains d'un épi sont susceptibles d'être endommagés par le glyphosate, la perte théorique de rendement peut atteindre 25 %.
- La perte de rendement réelle est probablement inférieure à ce chiffre, mais elle peut néanmoins être importante.
- Les grains adjacents à ceux touchés « gonflent » pour occuper une partie de l'espace laissé vacant. Ainsi, ils compensent partiellement les grains manquants.
- La perte de rendement la plus importante observée lors d'une étude de terrain sur trois ans était de 10 % en moyenne sur cinq sites avec une dose de glyphosate supérieure à celle homologuée appliquée au stade V10.

Rendement en maïs associé à un traitement de glyphosate à deux périodes différentes et trois doses, sur cinq sites en Ontario et au Michigan, 2009 et 2011.



Les moyennes notées avec la même lettre ne sont pas significativement différentes selon la méthode Fisher des moindres carrés ( $P < 0,05$ ).

## Recommandations de gestion

- Toujours lire et suivre les directives de l'étiquette du produit en ce qui concerne la période et le taux d'application du glyphosate.
- Ne pas appliquer plus tard que la période recommandée et utiliser des buses à jet projeté pour traiter le maïs plus.

Feng, P.C.C., C.A. CalJacob, S.J. Martino-Catt, R.E. Cerny, G.A. Elmore, G.R. Heck, J. Huang, W.M. Kruger, M. Malven, J.A. Miklos, et S.R. Padgett. 2010. Glyphosate — resistant crops: developing the next-generation products. In Nandula, V. K. (ed.) Glyphosate Resistance in Crops and Weeds. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, NJ.

Hetherington, P.R., T.L. Reynolds, G. Marshall et R.C. Kirkwood. 1999. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. J. of Exp. Bot. 50:1567-1576.

Mahoney, K.J., Nurse, R.E., Everman, W.J., Sprague, C.L. et Sikkema, P.H. (2014) Tolerance of Corn (*Zea mays* L.) to Early and Late Glyphosate Applications. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 2748-2754. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.518291>

Nielsen, R.L. 2013. Jumbled kernel symptom in corn & late glyphosate applications. Purdue Univ. <http://www.ppdl.purdue.edu/PPDL/weeklypics/12-13-10.html>



Roundup Ready® est une marque déposée, utilisée sous autorisation de la compagnie Monsanto.