

Le RAP

RÉSEAU D'AVERTISSEMENTS PHYTOSANITAIRES

Leader en gestion intégrée
des ennemis des cultures

FICHE TECHNIQUE | GRANDES CULTURES

RENDEMENT DU MAÏS-GRAIN ET DENSITÉ DE PEUPELEMENT

Cette fiche a été rédigée pour répondre aux questions émises par des conseillers et des producteurs agricoles quant à la baisse potentielle de la densité de peuplement du maïs-grain pouvant être causée par les insectes du sol lorsque des semences non traitées aux insecticides sont utilisées. Ce communiqué peut aussi être consulté lorsque des ennemis des cultures comme le ver-gris noir, la tipule des prairies, la fonte des semis ou toutes autres conditions adverses causent la mort des plants, afin d'évaluer l'impact sur les rendements.

Au cours des 10 dernières années, les producteurs québécois de grandes cultures ont eu tendance à augmenter les densités de peuplement du maïs-grain. Cette augmentation est aussi observable chez nos voisins ontariens et américains. Les hybrides de maïs récemment développés permettraient d'obtenir de meilleurs rendements en grains grâce à l'augmentation de la densité de peuplement. Des conditions adverses (météo, insectes, maladies, etc.) peuvent affecter à la baisse les densités de peuplement. Quelles sont les baisses de densité de peuplement tolérables sans compromettre les rendements du maïs? Des travaux ont démontré qu'une diminution de 5 000 plants/hectare (ha) pour une densité finale visée de 74 000 à 84 000 plants/ha n'entraînait pas de baisse des rendements potentiels.

Les connaissances de base

Plusieurs facteurs peuvent influencer la germination et le développement normal des plants de maïs : la texture du sol (lourd ou léger), les conditions climatiques (température et précipitations), le système cultural (labour, travail réduit, semis direct), les rotations, les maladies, les insectes, les hybrides, les dates de semis, etc. Il faut essayer de tenir compte de tous ces facteurs lors de l'élaboration des plans de culture à la ferme. Chacun de ces facteurs peut avoir une influence sur la densité de peuplement finale, mais ils peuvent également interagir entre eux. De tous les facteurs énumérés précédemment, les conditions climatiques ont un impact majeur sur le développement et la croissance normale des plantes; elles sont aussi incontrôlables. Par exemple, un gel printanier observé au cours de la nuit du 13 au 14 mai 2013 a entraîné une certaine mortalité dans les champs de maïs (jusqu'à 5 %), mais ne s'est toutefois pas soldé par des baisses de rendements en fin de saison.

La densité de peuplement est un facteur important dans la culture du maïs pour obtenir des rendements satisfaisants. Viser une ou des densités finales ne suffit pas : il faut aussi viser l'uniformité de la distribution des semences au champ pour aller chercher tout le potentiel des hybrides de maïs que l'on enseme. Le type de semoir, la forme de la semence et une bonne calibration du semoir (selon la charte) sont des éléments clés de la réussite.

Le semis doit aussi être exécuté avec soin. Les fenêtres pour réaliser les semis au printemps sont étroites et l'on se doit d'être le plus efficace possible lors de cette opération. Il faut procéder avec rapidité tout en réalisant un semis qui est le plus uniforme possible. L'uniformité doit être atteinte autant pour la profondeur de semis que pour la distance séparant deux plants sur le rang. Selon un article paru dans la revue *Grandes cultures* en mars 2011, la densité optimale de peuplement peut varier selon le site et l'année, mais ne semble pas être influencée par la dose d'azote à apporter à la culture du maïs-grain. Pour déterminer les niveaux optimums de peuplement pour le maïs-grain, il est conseillé de réaliser des essais structurés à la ferme sur différentes parcelles de sol caractérisant bien l'exploitation agricole.

La recherche à la rescousse

De nombreuses études scientifiques ont été réalisées sur le rendement et la densité de peuplement au cours des 30 dernières années en Amérique du Nord. Bien que des travaux récents existent, les résultats de l'étude réalisée par Nafziger en 1994 sont encore largement cités comme la référence dans ce domaine. Ce chercheur a évalué l'effet de deux facteurs dans les conditions de l'Illinois, soit l'effet de la densité de peuplement selon différentes dates de semis. Il a augmenté la densité de peuplement de 24 700 à 89 000 plants/ha par tranches progressives de 5 000 plants/ha, pour un total de 14 densités de peuplement évaluées. Il a ensuite soumis chacune de ces densités à 11 dates de semis en les étalant du 10 avril au 30 mai à raison d'un semis tous les 5 jours. Les résultats obtenus de cette étude sont présentés dans le tableau 1. Les données de chacune des combinaisons sont présentées en pourcentage du rendement optimal obtenu. Toutefois, il faut adapter les résultats de cette étude réalisée en Illinois aux réalités du Québec. Pratiquement personne ne peut semer de maïs avant le 20 avril au Québec, mais il arrive que l'on réalise certains semis jusqu'à la fin du mois de mai à la suite de conditions printanières difficiles. Très peu de producteurs utilisent réellement des densités de peuplement inférieures à 49 400 plants/ha, mais l'étude voulait dresser un portrait le plus complet possible.

Tableau 1 : Rendements potentiels du maïs-grain selon différentes dates de semis et différentes densités finales de peuplement

	Densité de peuplement (plants/ha)													
	24,7	29,7	34,6	39,5	44,5	49,4	54,4	59,3	64,2	69,2	74,1	79,1	84,0	89,0
Date de semis	Pourcentage du rendement optimal (%)													
10 avril	62	68	73	78	82	85	88	91	92	93	94	94	93	91
15 avril	65	71	76	81	85	88	91	94	95	96	97	96	96	94
20 avril	67	73	78	83	87	90	93	96	97	98	99	98	98	96
25 avril	68	74	79	84	88	92	94	97	98	99	100	100	99	97
30 avril	68	74	79	84	88	92	95	97	99	100	100	100	99	97
5 mai	67	73	79	83	87	91	94	96	98	99	99	99	98	97
10 mai	65	71	77	82	86	89	92	94	96	97	97	97	96	95
15 mai	63	69	74	79	83	87	89	92	93	94	95	95	94	92
20 mai	59	65	71	75	80	83	86	88	90	91	91	91	90	89
25 mai	55	61	66	71	75	79	81	84	85	86	87	87	86	84
30 mai	49	55	61	65	70	73	76	78	80	81	81	81	80	79

Source : Adapté de Nafziger, 1994

Les résultats montrent que les dates optimales de semis en Illinois variaient du 20 avril au 5 mai ($\geq 99\%$ du rendement optimal). En adaptant ces résultats aux conditions québécoises, la fenêtre optimale serait plutôt de la fin avril à la mi-mai (voir la section « Pour plus d'information »). Quelle que soit la date de semis, les densités optimales variaient de 69 200 à 79 100 plants/ha (zone ombrée dans le tableau 1). Le réseau maïs-grain du Réseau Grandes cultures du Québec (RGCQ) utilise actuellement une densité finale visée de 85 000 plants/ha dans ses essais réalisés en collaboration avec l'industrie. Depuis 1994, la pression de sélection des hybrides et l'arrivée des plantes génétiquement modifiées (OGM) ont permis d'augmenter les densités de peuplement. Ces changements dans la régie se sont traduits par des augmentations des rendements en grains grâce, entre autres, à une meilleure tenue des plants (moins de verse). En intégrant les développements en agriculture des 20 dernières années, la zone ombrée correspondant aux densités optimales visées devrait aussi inclure 84 000 plants/ha. Les connaissances développées par ce chercheur américain ont été vérifiées et maintes fois validées par d'autres chercheurs américains et canadiens depuis 1994. Certains hybrides récemment mis sur le marché peuvent toutefois répondre de manière spécifique à des densités de peuplement plus faibles ou plus élevées que celles présentées au tableau 1.

Les résultats présentés au tableau 1 permettent de tirer une autre conclusion très intéressante. Bon an mal an, des conditions adverses (maladies, insectes, météo, etc.) réduisent occasionnellement les densités de peuplement visées par les producteurs. Quelle est la perte de densité de peuplement qu'un producteur peut se permettre sans compromettre ses rendements potentiels? Celle-ci dépend de la distribution au champ des plants qui sont manquants :

- 1) Si les plants manquants sont répartis de façon uniforme dans le champ, l'analyse des données du tableau 1 montre qu'un producteur visant une densité finale de peuplement de 79 100 plants/ha peut accepter des baisses de peuplement de 5 000 plants/ha sans que ses rendements potentiels en soient affectés négativement. Par exemple, voici un cas peu probable : si tous les plants non résistants (10 %) de maïs de technologie Bt résistant au ver-gris noir avec un refuge dans le sac étaient coupés par ce ravageur, la perte de rendement estimée ne serait que de 0 à 1 %.
- 2) Au contraire, et dans la pire situation, telle qu'une baisse de population qui touche des sections localisées de plusieurs rangs adjacents (causée par exemple par le ver-gris noir, la tipule des prairies ou la fonte des semis), la baisse de rendement pourrait approcher la baisse moyenne de population.
- 3) Entre ces deux situations hypothétiques extrêmes où les dommages toucheraient de petites sections de plusieurs plants manquants consécutifs sur des rangs isolés un peu partout dans le champ, il n'existe pas encore de méthode pour prédire efficacement la baisse de rendement. Dans le [Guide agronomique des grandes cultures de l'Ontario](#), il est mentionné que la baisse de rendement peut atteindre 2 % si le champ comporte plusieurs zones vides de 30 à 90 cm, et 5 à 6 % si les vides sont plus longs (125 à 200 cm). Malheureusement, le pourcentage de baisse des populations dans ces deux situations n'est pas précisé.

Par ailleurs, d'autres essais, mentionnés dans le même guide, réalisés de 2006 à 2010 à Elora en Ontario (zone de 2 800 unités thermiques maïs (UTM)) ont montré qu'une baisse de près de 20 % des plants par rapport à une densité optimale de 74 000 plants/ha entraînait une perte de rendement de 4 %. Ce résultat rejoint l'étude de l'Illinois et démontre que le maïs a un certain pouvoir de compensation.

Pour plus d'information

- Montpetit, J. M. et G. Tremblay. 2007. *Influence de la date de semis sur la performance agronomique et sur la phénologie du maïs en Montérégie*. Conférence lors d'une journée scientifique des comités Maïs et plantes Oléoprotéagineuses du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Saint-Hyacinthe, 22 février 2007.
- Tremblay, G. 2011. *Densité de peuplement du maïs-grain et besoins en azote*. Revue Grandes cultures. 21(2): 8-9.
- Nafziger, E.D. 1994. *Corn Planting Date and Plant Population*. Journal of Production Agriculture. 7: 59-62.
- Gonzalez, V. H., M. Tollenaar et collab. 2018. *Maize yield potential and density tolerance*. Crop Sci. 58: 472-485.
- Haarhoff, S. J. et P. A. Swanepoel. 2018. *Plant population and maize grain yield: a global systematic review of rainfed trials*. Crop Sci. 58: 1819-1829.
- Mastrodomenico, A. T., J. W. Haegele et collab. 2018. *Yield stability differs in commercial maize hybrids in response to changes in plant density, nitrogen fertility, and environment*. Crop Sci. 58: 230-241.

Cette fiche technique est adaptée du bulletin d'information N° 19 du 26 juin 2014 publié par le réseau Grandes cultures et rédigé par Gilles Tremblay, agronome, et collab. Pour des renseignements complémentaires, vous pouvez contacter [l'avertisseuse du réseau Grandes cultures](#) ou [le secrétariat du RAP](#). La reproduction de ce document ou de l'une de ses parties est autorisée à condition d'en mentionner la source. Toute utilisation à des fins commerciales ou publicitaires est cependant strictement interdite.