

## Effets du peuplement des plantes sur les rendements et la qualité de l'ensilage de maïs

par Mark Jeschke et Bill Curran

### Résumé

- Les chercheurs de Pioneer Hi-Bred effectuent régulièrement des études afin de déterminer les effets des pratiques de régie des cultures sur les rendements et la qualité de l'ensilage de maïs.
- Des études de peuplements de Pioneer sous irrigation effectuées à LaSalle au Colorado de 2004 à 2007 ont trouvé :
  - Les rendements d'ensilage ont augmenté avec la densité du peuplement et furent les plus élevés à la plus haute densité testée : 42 000 plants/acre.
  - La teneur en fibre de l'ensilage a augmenté avec la densité du peuplement; la fibre digestible et la digestibilité de la plante entière ont diminué.
  - L'énergie nette et les UNT ont diminuées avec l'augmentation de la densité des plantes; cependant les mesures estimées de lait/acre et de bœuf/acre ont augmenté avec la densité plus élevée des plantes.
- Les résultats d'universités (non-irrigués) ont aussi montré qu'une augmentation du peuplement augmente les rendements d'ensilage de façon importante et réduit légèrement la qualité.
- Communiquez avec votre professionnel des ventes Pioneer pour aider à déterminer les peuplements économiques optimums pour la production d'ensilage de maïs dans votre région.

### Introduction

L'ensilage de maïs est une source à hauts rendements et constante d'aliments pour les bovins dans de nombreuses régions au pays. Il est donc important de comprendre comment la performance de l'ensilage est influencée par les pratiques agronomiques, y compris le choix de l'hybride, la densité de peuplements, la fertilité du sol et la régie de la récolte. Ce numéro de *Vision cultures* se concentre sur les effets de la densité des plantes sur les rendements et la qualité de l'ensilage. On y fait rapport des études universitaires comme des études de Pioneer.

Les peuplements pour les rendements optimums de maïs grain varient généralement entre 32 000 et 36 000 plants/acre dans le centre du Corn Belt et sont plus élevés dans le nord du Corn Belt. La densité optimale des plantes dépend généralement de l'hybride, la maturité, la productivité du champ et les conditions de croissance. Le fait de semer de façon à atteindre ces peuplements aide à maximiser, l'utilisation des nutriments du sol, des radiations solaires et de l'eau au cours de la saison de croissance.



De récentes études par des chercheurs universitaires et de Pioneer montrent que des peuplements plus élevés sont nécessaires pour optimiser les rendements d'ensilage de maïs et de performance animale (photo par Donald Specker.)

De nombreuses universités recommandent d'augmenter le peuplement du maïs d'ensilage de 10 à 20 % par acre par rapport au maïs récolté pour le grain. Bien que les densités excessives de plantes aient tendance à réduire le diamètre des tiges et à augmenter le potentiel de verse des tiges, le problème est bien moins sérieux dans le maïs d'ensilage que dans le maïs grain parce que l'ensilage est récolté beaucoup plus tôt.

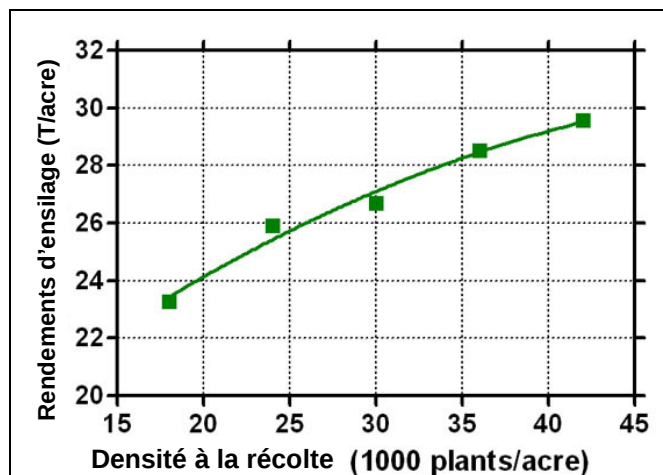
Les chercheurs ont fait rapport d'augmentation constantes des rendements de matière sèche avec une densité accrue des plants. Les réactions en matière de qualité ont été moins constantes. Généralement, alors que la densité des plantes augmentent, les teneurs en fibres de l'ensilage augmentent et la digestibilité décroît.

## Études d'ensilage de Pioneer

Pioneer effectue des études continues pour déterminer les effets des pratiques de régie sur la performance de l'ensilage. Des études sous irrigation furent effectuées à LaSalle au Colorado entre 2004 et 2007 afin de déterminer l'influence des peuplements sur les rendements et la qualité de l'ensilage. Huit hybrides de marque Pioneer® furent testés en 2004, 2005 et 2006, et 20 hybrides en 2007, à cinq différentes densités de peuplements et quatre répétitions. Les densités de peuplements furent de 18 000, 24 000, 30 000, 36 000 et 42 000 plantes/acre en rangs de 30 pouces. Les parcelles furent ensemencées à trop grand peuplement puis éclaircies pour atteindre le peuplement cible. Tous les rendements sont rapportés sur la base de 30 % de matière sèche; Les caractères de qualité sont rapportés sur la base de 100 % de matière sèche.

### La densité du peuplement influence les rendements d'ensilage

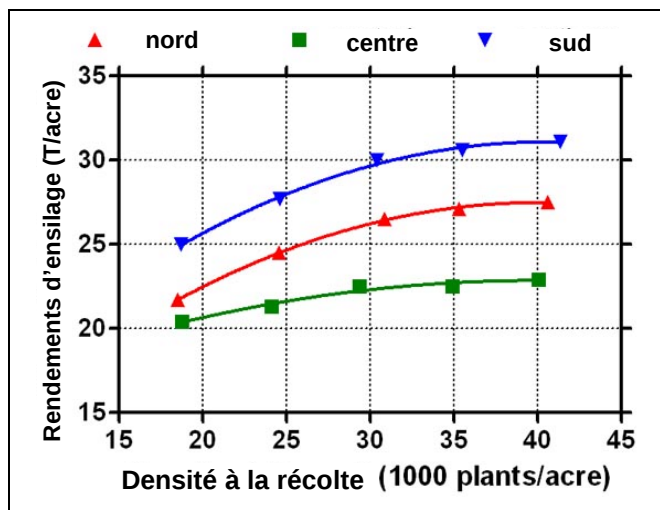
**Étude Pioneer Hi-Bred.** La moyenne des rendements d'ensilage sur les années et les hybrides a augmenté avec la densité des peuplements et ils furent les plus élevés à 42 000 plants/acre (figure 1). Les rendements d'ensilage ont augmenté de 3,6 % entre les deux densités les plus élevées, soit 36 000 plants/acre et 42 000 plants/acre; cela indiquait que le peuplement optimal pour les rendements d'ensilage fut de 42 000 plants/acre ou plus.



**Figure 1.** Influence de la densité des plantes de maïs sur les rendements d'ensilage dans les études irriguées de **Pioneer Hi-Bred** effectuées à **LaSalle, Colorado** entre 2004 et 2007.

**Étude de l'université du Wisconsin.** La moyenne des rendements d'ensilage sur les années, les sites et les

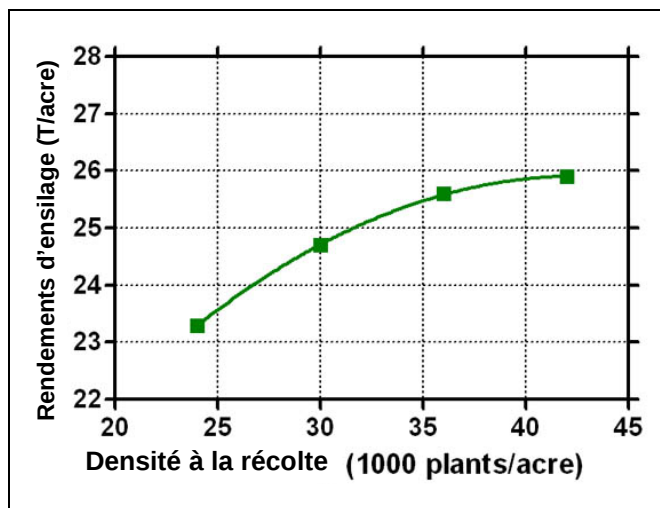
hybrides a augmenté avec la densité des peuplements à la récolte dans les trois régions (figure 2).



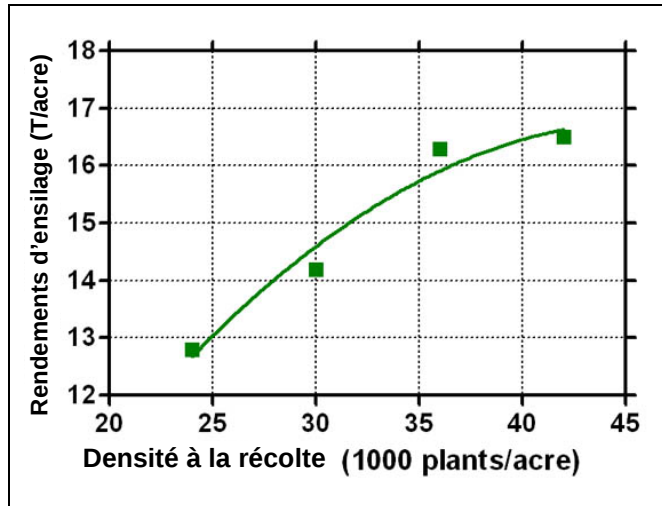
**Figure 2.** Influence de la densité des plantes de maïs sur les rendements d'ensilage dans les études effectuées dans trois régions du **Wisconsin** entre 1994 et 1996. Les données furent présentées sous forme de moyenne des années, sites et hybrides.

Les rendements d'ensilage n'ont que très peu augmenté entre les deux densités les plus élevées, indiquant que le peuplement optimal pour les rendements d'ensilage fut environ de 40 000 plants/acre.

**Étude de l'université Penn State.** La moyenne des rendements d'ensilage sur les années et les hybrides a augmenté avec la densité des peuplements et ils furent les plus élevés à 42 000 plants/acre (Figure 3). Tel que le montre le graphique, les rendements ont commencé à se stabiliser à la plus haute densité mise à l'essai (42 000 plants/acre).



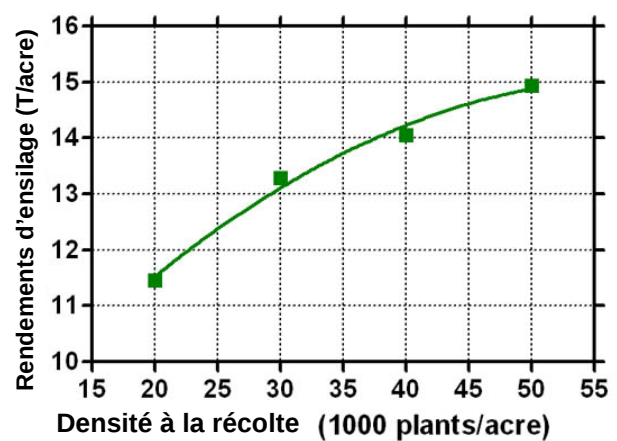
**Figure 3.** Influence de la densité des plantes de maïs sur les rendements d'ensilage dans les études effectuées à **Rock Springs, Pennsylvanie** en 1998 et 1999. Les données furent présentées sous forme de moyenne des années, sites et hybrides.



**Figure 4.** Influence de la densité des plantes de maïs sur les rendements d'ensilage en moyenne avec quatre dosage d'azote et deux écartements des rangs dans des études effectuées à quatre endroits au **Maryland** entre 1997 et 1998.

**Étude de l'université du Maryland.** La moyenne des rendements d'ensilage sur les années, les dosages d'azote et les écartements des rangs et ils furent les plus élevés à 42 000 plants/acre (Figure 4). Les rendements d'ensilage n'ont que très peu augmenté entre les deux densités les plus élevées, indiquant que le peuplement optimal pour les rendements d'ensilage fut environ de 42 000 plants/acre.

**Étude de l'université de l'Alberta.** La moyenne des hybrides des rendements d'ensilage a augmenté avec la densité des peuplements et ils furent les plus élevés à 50 000 plants/acre dans cet environnement d'extrême Nord (Figure 5). Les rendements d'ensilage ont augmenté de 6,3 % entre les deux densités les plus élevées, soit 40 000 plants/acre et 50 000 plants/acre; cela indiquait que le peuplement optimal pour les rendements d'ensilage fut de 50 000 plants/acre ou plus.



**Figure 5.** Influence de la densité des plantes de maïs sur les rendements d'ensilage dans les études effectuées six sites dans le centre de l'**Alberta** en 2002 et 2003. Les données furent présentées sous forme de moyenne de quatre hybrides.

## Effets de la densité du peuplement sur la qualité de l'ensilage

**Étude Pioneer Hi-Bred.** Dans les études effectuées par Pioneer Hi-Bred entre 2004 et 2007, la qualité de l'ensilage de maïs plante entière fut réduite alors que la densité du peuplement augmentait (Table 1). Globalement, la digestibilité de la plante entière (DigPE) fut réduite de 1,4 point de pourcentage lorsque la densité des peuplements passa de 18 000 à 42 000 plants/acre. Cela est probablement causé par



l'augmentation de la teneur en fibre de l'ensilage. Le pourcentage de fibre au détergent acide (ADF) et le pourcentage de fibre au détergent neutre (NDF) ont augmenté respectivement de 5,3% et 3,0%, avec une augmentation de la densité des peuplements. Les peuplements plus faibles ont entraîné une amélioration du pourcentage de la fibre dégradable (FibDig). La tendance en matière de protéine brute (PB%) fut de diminuer à mesure que la densité des peuplements augmentait.

**Tableau 1.** Influence de la densité des peuplements de maïs sur les caractères de qualité des ensilages dans une étude de Pioneer Hi-Bred study<sup>1</sup>.

| Plants/<br>acre | ADF  | NDF  | FibDig | DigPE | PB  | Amidon |
|-----------------|------|------|--------|-------|-----|--------|
| ----- % -----   |      |      |        |       |     |        |
| 18 000          | 22,6 | 39,8 | 46,5   | 72,0  | 7,2 | 30,7   |
| 24 000          | 22,9 | 39,8 | 46,3   | 71,8  | 7,4 | 30,6   |
| 30 000          | 23,1 | 40,1 | 45,6   | 71,4  | 7,2 | 31,2   |
| 36 000          | 23,1 | 39,9 | 45,1   | 71,3  | 7,2 | 32,0   |
| 42 000          | 23,8 | 41,0 | 45,4   | 70,6  | 7,1 | 30,6   |

<sup>1</sup> Voir la description des caractères en annexe.

**Étude de l'université du Wisconsin.** Les résultats ont montré une relation linéaire positive entre la densité des peuplements et l'ADF dans les régions du nord et du sud de l'état et une relation linéaire positive entre la densité des peuplements et la NDF dans tout l'état. Ces résultats suggèrent que la teneur en fibre augmentée aux densités élevées réduit la qualité de l'ensilage.

**Étude de l'université de l'Alberta.** Les résultats de l'université de l'Alberta indiquent également une réduction de la qualité de l'ensilage en présence d'une densité plus élevée des peuplements (tableau 2). La digestibilité véritable in vitro IVTD) a diminué de 1,5% lorsque la densité des peuplements a augmenté de 20 000 à 50 000 plants/acre. L'ADF et la NDF ont augmenté respectivement de 4,5% et 5,2%, avec une augmentation de la densité des peuplements. La protéine brute et l'amidon ont diminué à mesure que la densité des peuplements augmentaient.

**Tableau 2.** Influence de la densité des peuplements de maïs sur les caractères de qualité des ensilages dans une étude de l'université de l'Alberta.

| Plants/<br>acre | ADF | NDF  | DNDF | IVTD | PB  | Amidon |
|-----------------|-----|------|------|------|-----|--------|
| ----- % -----   |     |      |      |      |     |        |
| 20 000          | 22  | 42,3 | 48,2 | 72,6 | 7,0 | 21     |
| 30 000          | 22  | 42,8 | 47,8 | 72,3 | 6,8 | 20     |
| 40 000          | 23  | 43,4 | 47,6 | 71,9 | 6,8 | 19     |
| 50 000          | 23  | 44,5 | 47,8 | 71,5 | 6,6 | 17     |

## Densité des plantes et performance animale

**Étude Pioneer Hi-Bred.** La production évaluée de lait ou de bœuf par acre a augmenté avec la densité des peuplements. Cependant, l'énergie nette lactation et les UNT ont diminué avec l'augmentation de la densité des peuplements (tableau 3). Le lait corrigé/acre fut de 24 % plus élevé à une

densité de peuplement de 42 000 vs 18 000 plants/acre. Le bœuf corrigé fut de 23 % plus élevé pour la même comparaison.

L'énergie nette et les UNT furent respectivement de 4% et de 2% plus faibles en comparant les densité de 42 000 et de 18 000 plants/acre. Cela démontre que les densités de peuplements plus bas entraîne une meilleure qualité d'ensilage tel que noté par les chiffres de fibre digestible et de digestibilité de la plante entière du tableau 1.

**Tableau 3.** Influence de la densité des peuplements de maïs sur l'ÉN-L, les UNT et les caractères de performance animale dans l'étude Pioneer Hi-Bred<sup>1</sup>.

| Plants/<br>acre | EN-L<br>corrigée | Lait corr. | UNT corr. | Bœuf corr. |
|-----------------|------------------|------------|-----------|------------|
|                 | (Mcal/lb)        | (lb/acre)  | %         | (lb/acre)  |
| 18 000          | 0,73             | 21 946     | 73,1      | 3441       |
| 24 000          | 0,73             | 24 314     | 72,8      | 3798       |
| 30 000          | 0,72             | 25 018     | 72,5      | 3918       |
| 36 000          | 0,72             | 26 735     | 72,4      | 4180       |
| 42 000          | 0,70             | 27 110     | 71,6      | 4219       |

<sup>1</sup> Voir la description des caractères en annexe..



Dans les études Pioneer, les importantes augmentations de tonnes d'ensilage/acre aux peuplements plus élevés vont plus que compenser la légère réduction en production laitière par tonne causée par une qualité légèrement plus faible de l'ensilage.

## Références

- Cusicanqui, J. A. et J. G. Lauer. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. Agron. J. 91:911-915.
- Kratochvil, R. J. et T. J. Miller. 2000. Effects of row width and plant population on the performance of corn silage in Maryland. Mid-Atlantic Grain and Forage Journal 7:8-14.

Roth, G., M. Antle, et R. Kyper. 2000. Hybrid, plant population, and row spacing effects on corn silage performance in Pennsylvania. Crop Management Research Report No. 00-01.

Stanton, D., A. W. Grombacher, R. Pinnisch, H. Mason, et D. Spaner. 2007. Hybrid and population density affect yield and quality of silage maize in central Alberta. Can. J. Plant Sci. 87: 867-871.

---

## Annexe

---

**FibDig%:** % fibre digestible, auparavant nommé dNDF. Il s'agit d'une évaluation enzymatique sur 24 heures du % de fibre au détergent neutre dégradable (en pourcentage de la NDF totale) dans des échantillons de plante entière, telle que prédite par SRPI.

**Amidon%:** % amidon (base MS) dans l'échantillon de plante entière.

**DigPE%:** Auparavant nommé IVDC. Évaluation sur 24 heures du pourcentage de digestibilité in vitro de la plante entière, tel que prédite par SRPI. L'amidon de l'échantillon est extrait par eau chaude qui est suivie d'une décomposition enzymatique de la protéine et de la fibre par des enzymes purifiées. Cette méthode (DeBoever et.al.) réduit la variation associée à l'utilisation du liquide de rumen recueilli de différentes vaches consommant différent aliments au cours du temps. Il s'agit de la méthode officiellement approuvée par les agences gouvernementales qui homologuent les hybrides d'ensilage dans plusieurs pays d'Europe.

**ÉN-I corr.:** Énergie nette de lactation (Mcal/lb, base MS) prédite par la formule  $0,996 - (0,0126 \times \text{ADF}\%)$ . L'ÉN-I corr. utilise une ADF corrigée utilisant la digestibilité de la plante entière (DigPE) comme cofacteur. N'évaluera pas correctement des germoplasmes particuliers comme le maïs riche en huile.

**Lait corr./acre:** Livres de lait par acre basé sur un indice de rendements, protéine brute, digestibilité de plante entière et NDF (MILK95) publié par l'université du Wisconsin (J. Prod. Ag. 6:231-235). Les besoins des animaux se basent sur une vache de 1350 lb donnant 90 lb de lait à 3.8% de matières grasses. Les données entrant dans le calcul MILK95 furent corrigés en se basant sur la méthode de digestibilité enzymatique in vitro de la plante entière sur 24 heures (DigPE) pour tenir compte du fait que toutes les fibres ne sont pas décomposées au même rythme ou au même degré par les bactéries du rumen.

**% UNT corr.:** % unités nutritives totales prédites par la formule  $87.84 - (0.70 \times \text{ADF}\%)$ . Les UNT corr utilisent une ADF % corrigée en utilisant la digestibilité de la plante entière (DigPE) comme cofacteur.

**Bœuf/acre corr.:** Livres de gain de bœuf par acre évalué sur la base de six livres d'UNT nécessaires pour une livre de gain de

bœuf, les UNT étant corrigées pour refléter les évaluations de digestibilité de la plante entière (DigPE).

