

Comment évaluer rapidement la densité des maïs ensilage

Implementing a new method to assess the density of maize silage

HÉRISSET R. (1), LOSQ G. (1), GUILLAUME A. (1), JEHAN G. (2), PORTIER B. (1), QUÉMÉRÉ L. (4), ROUILLÉ B. (3), SAILLÉ S. (5), TROU G. (1)

(1) Chambres d'agriculture de Bretagne – Pôle Herbivores – CS 74223 – 35042 RENNES cedex

(2) Institut Universitaire de Technologie, Boulevard Maréchal Juin – 14032 CAEN cedex

(3) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy – 75595 PARIS cedex 12

(4) Eilyps, 17 boulevard Nominoë - BP 84333 – 35743 PACÉ cedex

(5) Bcel-ouest, 4, avenue du Chalutier-sans-pitié - BP 80520 - 22195 PLÉRIN cedex

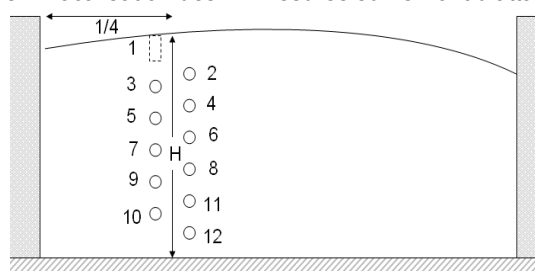
INTRODUCTION

Les tables de correspondances utilisées pour estimer la densité des silos datent de 1995 (Corrot G. et al., 1995). Les prescripteurs s'interrogent sur leur validité actuelle, dans la mesure où les variétés de maïs ensilage et le matériel de confection des silos ont pu évoluer (Hérisset et al., 2012). Cette étude vise à mettre à jour les tables utilisées pour estimer la densité des silos couloir de maïs ensilés avec une précision suffisante, sans réaliser de mesures contraignantes. Il est également étudié la possibilité d'intégrer au calcul des critères liés à la confection du silo.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les mesures de la densité du maïs ensilé ont porté sur 90 silos couloir d'élevages bretons, de fermes de lycées agricoles et des stations expérimentales de Mauron, de Trévarez et des Trinottières. Douze prélèvements de maïs ont été effectués à l'aide d'une sonde cylindrique de 50 cm de long et de 7 cm de diamètre. (fig. 1)

Figure 1 Localisation des 12 mesures sur le front d'attaque



Densité de la carotte obtenue grâce au sondage :

$$D_c = \frac{p}{l \times 38,484} \times MS \times 10$$

p = poids de la carotte en grammes,
 l = profondeur du carottage en cm

La granulométrie a été évaluée par tamisage du maïs : nombre de gobelets de morceaux > à 10 mm, puis à 20 mm (*tamiscoueur Arvalis*). Pour chaque silo étudié, une analyse chimique des taux de matière sèche et d'amidon du maïs a été réalisée à partir d'un échantillon représentatif reconstitué comprenant une part égale des 12 carottes.

Dans l'enquête portant sur la confection des silos préalablement réalisée par Hérisset et al., en 2012, 25 modalités caractérisant la dimension du chantier et la nature du matériel engagé avaient été définies. Cette grille a été appliquée aux silos étudiés.

Les relations statistiques ont été observées entre la densité moyenne des 12 carottes et les différentes variables (modalités de confection des silos et les mesures physiques et chimiques), par tests de comparaison des moyennes, et des régressions linéaires. À l'issue de l'analyse, des équations de prédiction de la densité ont été proposées. Elles ont été obtenues en appliquant un modèle linéaire aux variables les plus corrélées à la densité (application du logiciel R).

2. RÉSULTATS - DISCUSSION

2.1 DENSITÉ MESURÉE

Les densités moyennes observées présentent une moyenne globale de 237 kg MS/m³ et se répartissent suivant une loi normale entre 173 et 298 kg MS/m³. Nous notons une proportion importante de silos peu tassés : 30 % sont inférieurs à 220 kg MS/m³.

La carotte N° 4 est la plus représentative de la densité moyenne du silo ($R^2 = 0,75$).

Les variables les plus corrélées avec la densité sont la teneur en matière sèche ($R^2 = 0,23$), le taux d'amidon ($R^2 = 0,16$), la hauteur du silo ($R^2 = 0,16$), le nombre de gobelets de morceaux > à 10 mm ($R^2 = 0,14$).

2.2 ÉQUATIONS DE PREDICTION DE LA DENSITÉ

L'application de l'équation « historique » (Corrot G. et al., 1995) : $D = (929 - 17,5MS + 7,9A + 44H) \times MS/100$ permet d'obtenir entre valeurs prédites et observées un R^2 de 0,29 ; erreur moyenne ± 16 kg MS/m³ ; avec : MS = taux de matière sèche, A = Teneur en amidon, H = hauteur.

Le meilleur ajustement de nos données aux mêmes variables indique un effet quadratique de la MS et donne l'équation suivante :

$$D = -284,5 + 2,2A + 11,33H + 22,77MS - 0,3MS^2$$

$$R^2 = 0,30 ; \text{erreur moyenne} : \pm 16 \text{ kg MS/m}^3$$

La comparaison de l'observé avec le prédit indique que 44 % des densités calculées ont moins de 5 % d'écart avec les résultats mesurés et 89 % moins de 15 % d'écart.

Avec un tamisage, le meilleur ajustement intègre N (le nombre de gobelets après le tamisage à 10 mm) :

$$D = -239,27 - 5,13N + 22,47MS - 0,3MS^2 + 2,41A + 10,83H$$

$$R^2 = 0,44 ; \text{erreur moyenne} : \pm 15 \text{ kg MS/m}^3$$

Enfin avec un sondage représentatif on obtient :

$$D = 19,6 + 1,3A + 5,3H + 0,68DR$$

$$R^2 = 0,77 ; \text{erreur moyenne} : \pm 9 \text{ kg MS/m}^3$$

avec DR = densité du sondage représentatif N° 4

Les variables les mieux corrélées à la densité sont les mêmes que celles proposées par l'équation historique (MS, teneur en amidon et hauteur du silo). L'erreur moyenne de l'ajustement réalisé sur de nouvelles données est comparable (± 16 kg MS/m³). Ces nouvelles équations n'ont pas été testées avec un jeu de données différent et indépendant qui aurait notamment permis une validation externe de l'équation comprenant un sondage représentatif car le DR utilisé intervient aussi dans le calcul de D.

Les facteurs liés à la confection de silo ne se sont pas révélés assez influents pour être intégrés dans des équations.

CONCLUSION

Le taux MS, la teneur en amidon et la hauteur du silo d'ensilage de maïs sont les critères les plus corrélés à sa densité. Néanmoins un tamisage, ou encore mieux la réalisation d'un sondage représentatif semble améliorer nettement la précision de la prédiction de la densité du silo.

Étude conduite avec la participation financière de la Région Bretagne et de l'association GALA.

Tableaux de correspondance et protocole disponibles sur Synagri.fr

Corrot G. et al., 1995. Ann. Zootch, 1995, suppl. N° 44, 85

Hérisset R. et al, 2012. Renc Rech. Ruminants 12 227.