

VALEUR ALIMENTAIRE DU MAÏS ENSILAGE

DE NOUVELLES RÉFÉRENCES pour équilibrer les rations



Trente-deux ensilages de maïs ont été testés sur des moutons à la station expérimentale INRA de Theix et sur des vaches laitières à la station expérimentale ARVALIS de La Jaillière.

Une thèse de trois ans ARVALIS-INRA a mis à jour les connaissances sur la valeur énergétique de l'ensilage de maïs. Entre la caractérisation du contenu énergétique des nouvelles variétés et la validation du modèle de prévision de la digestibilité, ces nouvelles données aideront à équilibrer au mieux les rations à base d'ensilage de maïs.

La valeur énergétique d'un ensilage de maïs est exprimée en unité fourragère (UF) qui est calculée à partir de la digestibilité de la matière organique (dMO). La mesure de cette dMO est réalisée en alimentant des moutons quasi exclusivement avec les ensilages de maïs étudiés (in vivo) dans des installations de recherches dédiées. Une équation, dite M4, a été ajustée en 1996 pour prévoir cette digestibilité en prenant en compte des critères mesurés au laboratoire sur du maïs

« L'application de l'équation M4 est pertinente pour apprécier des écarts de digestibilité entre variétés et années. »

plante entière en vert : teneur en MAT, teneur en matières minérales et digestibilité enzymatique (DCS Aufrère). C'est cette dernière valeur prédite de dMO (équation 1996) qui est retrouvée dans les bulletins d'analyse de maïs fourrage. L'équation M4 est basée sur 254 mesures in vivo de dMO du maïs réalisées entre 1987 et 1993. Compte tenu de l'évolution de la génétique et des itinéraires techniques depuis les années 1980, une thèse de trois ans a été engagée par ARVALIS-Institut du Végétal et l'INRA, avec l'appui de l'UFS et de la FNPSMS, afin d'acquérir de nouvelles références sur la digestibilité de l'ensilage de maïs. L'objectif est d'analyser la variabilité de la digestibilité des fractions amidon et parois végétales (NDF), élément qui fait défaut aujourd'hui pour équilibrer au mieux les rations basées sur l'ensilage de maïs. La validité de l'équation de prévision M4 sur des variétés utilisées aujourd'hui et pour des stades de récoltes tardifs a été évaluée. Enfin, de nouveaux critères de prévision du devenir de l'amidon dans le tube digestif nécessaires aux nouvelles tables d'alimentation INRA ont été recherchés (projet SYSTALI).

VARIÉTÉS RÉCENTES : plus d'amidon et moins de NDF

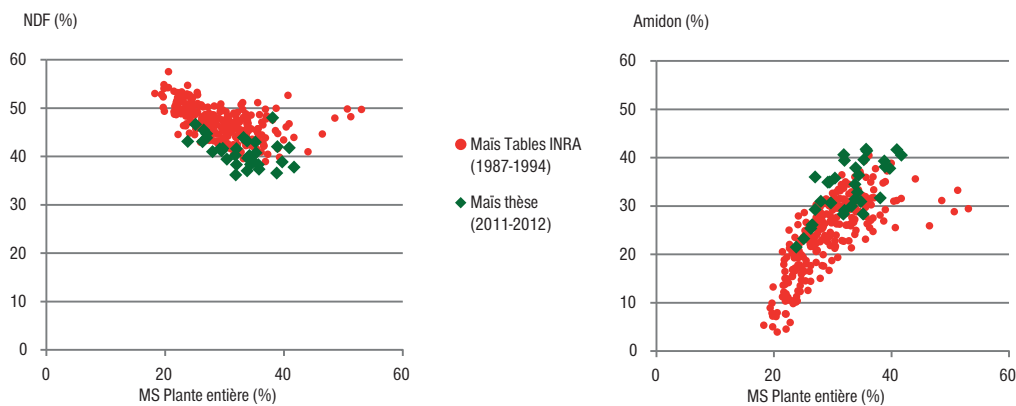


Figure 1 : Comparaison de la composition chimique des variétés « récentes » du maïs par rapport à celles des maïs utilisés dans les valeurs des tables INRA.

Les caractéristiques du maïs ont évolué depuis 30 ans

Les types de maïs utilisés dans cette étude se caractérisent à la récolte, par une richesse en amidon plus élevée et des teneurs en parois végétales NDF plus faibles que les variétés utilisées fin des années 80 et qui ont servi à la base de données des tables INRA 2007 : respectivement de + 60 et -50 g/kg MS pour le stade 33 % MS (figure 1). La teneur en amidon des ensilages de maïs augmente en moyenne de 138 g/kg MS entre le stade 28 % MS et le stade 41 % MS, au détriment de la teneur en NDF qui diminue de 69 g/kg MS. Par contre, les dMO sont comparables. L'effet du stade de maturité sur la digestibilité de la matière organique de la plante entière et de l'amidon reste faible (1 à 2 points au maximum). Par contre, la digestibilité de la fraction pariétale NDF diminue fortement pour toutes les variétés (-13 points) entre les stades étudiés : de « grain laitieux » à « grain vitreux ».

La relative stabilité de la dMO avec le stade de maturité à la récolte s'explique par un phénomène de compensation entre la hausse de la quantité d'amidon à digestibilité élevée et la baisse de la digestibilité des parois végétales (figure 2). L'effet variétal est significatif sur la dMO de la plante entière. Il est cependant très peu marqué au niveau de la digestibilité de l'amidon et inexistant pour celle des parois végétales (NDF). La variabilité de dMO entre les variétés étudiées est principalement liée aux différences de composition chimique, notamment de teneur en amidon. Les conditions climatiques (effet année) modifient sensiblement la digestibilité des maïs fourrages. Les teneurs en amidon et les dMO significativement plus

RECHERCHE : une meilleure valorisation de l'amidon du maïs fourrage à la clef

Les travaux se poursuivent actuellement dans le cadre d'un post-doctorat au sein du groupe de travail « valeur énergétique du maïs fourrage » du comité Maïs Fourrage ARVALIS Institut du végétal-FNPSMS-UFS, en collaboration avec l'INRA de Theix. Un des objectifs est d'évaluer la possibilité de prévoir la dégradabilité de l'amidon dans le rumen à partir de l'analyse du fourrage. Suivant les résultats obtenus, il pourra être envisagé d'éditer chaque année à l'automne, à partir de 2016, une régionalisation de la valeur alimentaire des maïs de l'année et de proposer des rations types en fonction des aliments associés. Un outil Internet à destination des éleveurs sera également développé afin de connaître à l'avance la date de récolte optimale du maïs pour une bonne valorisation de l'amidon par les ruminants.



© N. Cornec - ARVALIS Institut du végétal

Alors que dans l'ensemble du tube digestif, la dMO et la digestibilité de l'amidon sont peu variables, la dégradabilité ruminale de l'amidon diminue fortement.



L'augmentation de la résistance à la dégradation ruminale de l'amidon avec l'avancement en maturité est notamment liée à la hausse de la vitrosité favorisant la dureté du grain.

© N. Dorniec - ARVALIS-Institut du végétal

faibles des maïs récoltés en 2012 par rapport à 2011 s'expliquent par un remplissage du grain plus limité en 2012. Les raisons de ce phénomène viennent des conditions de cultures moins favorables en fin de cycle (précipitations importantes et températures plus faibles).

La dégradabilité dans le rumen baisse pour les stades tardifs

Alors que dans l'ensemble du tube digestif (mesures *in vivo* sur le mouton), la dMO et la digestibilité de l'amidon sont peu variables, la dégradabilité *in sacco* de l'amidon dans le rumen diminue fortement, notamment au-delà de 35 % MS ou de 1500 °C jours. La dégradabilité des parois végétales NDF diminue surtout au stade de maturité le plus tardif (> 40 % MS ou > 1600 °C jours). L'augmentation de la résistance à la dégradation ruminale de l'amidon est notamment reliée à la hausse de la vitrosité favorisant la dureté du grain (barrière physique), ainsi qu'à celle de la concentration de protéines insolubles encapsulant

Évaluer la qualité de l'ensilage : de la recherche à l'application

Pour mesurer la valeur énergétique et azotée des fourrages, il est nécessaire d'évaluer leur digestibilité en calculant la valeur énergétique. Il faut aussi analyser leur valorisation dans le rumen en évaluant la valeur azotée mesurée en Protéines Digestibles dans l'Intestin (PDI), ainsi qu'en complétant les informations sur la vitesse de dégradation de l'amidon et des parois végétales dans le rumen. Alors que les méthodes de références, précises mais nécessitant des installations spécifiques, sont utilisées dans les travaux de recherches, des équations de prédictions des mesures prises sur animaux ont pu être établies. Pour le maïs fourrage, la prévision de la dégradabilité dans le rumen à partir de critères chimiques, enzymatiques voire agronomiques est actuellement en cours d'étude. À l'issue de ces travaux, la dégradabilité ruminale de l'amidon pourra être utilisée comme complément d'information à la digestibilité de la matière organique dans le bulletin d'analyse d'un fourrage.

l'endosperme (barrière chimique). Ces deux facteurs contribuent à limiter l'accès des granules d'amidon aux microbes du rumen. L'étude de la dégradabilité de l'amidon, plus ou moins élevée selon le stade de maturité ou la variété est nécessaire pour mieux appréhender les risques liés à la santé animale (acidose). Elle servira aussi au futur calcul de la valeur azotée du maïs fourrage (PDIE : protéines digestibles dans l'intestin). Les conditions climatiques de l'année de récolte ont eu moins d'influence sur la dégradabilité de la plante entière que sur sa digestibilité dans l'ensemble du tube digestif.

DIGESTIBILITÉ DE LA MO : une relative stabilité

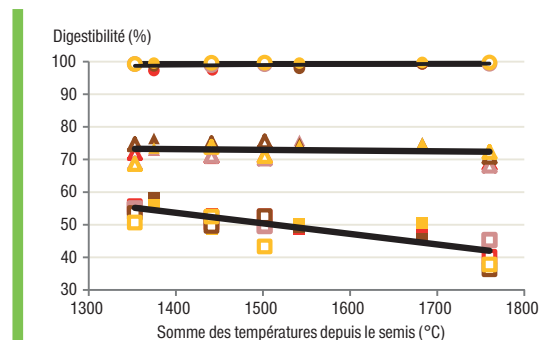


Figure 2 : Effet du stade et de l'année de récolte, ainsi que de la variété sur la digestibilité *in vivo* de la plante entière (Δ), de l'amidon (○) et des parois végétales (◻).

L'équation M4 validée

L'application de l'équation M4 pour les 32 échantillons de maïs de l'étude dont la dMO *in vivo* des ensilages correspondants a été mesurée sur mouton. Elle montre une bonne liaison (R²=74 %) entre les valeurs prévues par l'équation (dMO sur fourrage vert à la récolte, M4) et celles mesurées par la méthode de référence (dMO *in vivo* sur fourrage ensilé). Cette étude valide donc l'équation M4 sur des variétés récentes et pour des stades de récolte tardifs. Son utilisation est donc pertinente pour apprécier des écarts de digestibilité entre variétés maïs aussi entre années. La partition de la digestion de l'amidon entre le rumen et les intestins a une influence sur la quantité de matière organique fermentée dans le rumen et donc sur la valeur PDIE du maïs fourrage. Suivant le type de variété, les conditions climatiques et le stade de maturité, la quantité d'amidon dégradé dans le rumen varie de 100 à 350 g/kg MS de maïs fourrage. Cette teneur pourrait être prédite avec une bonne précision en utilisant des critères liés au stade de récolte, aux conditions climatiques et au type de variété (étude en cours).

Julie Peyrat - j.peyrat@arvalisinstitutduvegetal.fr
 Alexis Féraud - a.feraud@arvalisinstitutduvegetal.fr
 Pierre-Vincent Protin - Bertrand Carpentier
 ARVALIS - Institut du végétal