

La lettre d'information d'ARVALIS - Institut du végétal pour la filière Alimentation Animale

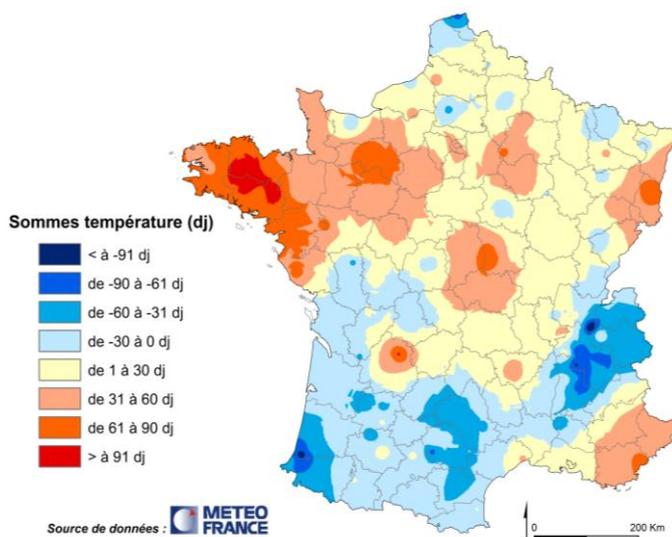
Nous proposons dans ce numéro une valorisation des données de composition et de valeur énergétique des maïs fourrage de la récolte 2013 obtenues au laboratoire Germ-Services de Montardon (64). L'étude porte sur des échantillons de fourrages verts prélevés à la récolte, en excluant tous ceux issus des réseaux d'expérimentation.

Maïs fourrage 2013 : rendement et qualité corrects mais hétérogènes



Les semis tardifs, le froid de début de cycle et les déficits hydriques de l'été en culture pluviale constituent les principaux facteurs limitant de la campagne maïs 2013. Celle-ci figure parmi les plus froides et pluvieuses au printemps et chaudes à l'automne depuis les 30 dernières années. Ce bilan agro-climatique, à nuancer selon les régions, conduit finalement à des résultats corrects mais hétérogènes pour le maïs fourrage.

L'une des caractéristiques des maïs fourrages français 2013 est l'échelonnement de la récolte sur 10 semaines. C'est non seulement la conséquence des deux périodes de semis dues au printemps exceptionnellement humide et frais, mais aussi de contrastes climatiques inhabituels (Bretagne plus chaude que la normale, énormes excès d'eau printaniers dans le Sud-Ouest), et du retour des pluies qui interdisaient l'intervention des ensileuses en septembre et octobre. L'été chaud, bien arrosé pour certaines régions, et la douceur généralisée de début d'automne ont été déterminants pour le rendement : bonne fécondation, bon remplissage des grains. Au final, exception faite des semis les plus tardifs, les rendements sont en général corrects. Le bilan qualité est lui aussi meilleur qu'attendu au 1^{er} septembre. La douceur de fin de cycle des cultures a permis d'atteindre des niveaux de teneur en matière sèche convenables et surtout de favoriser le remplissage des grains sans pénaliser la digestibilité des tiges et des feuilles. **La valeur alimentaire des maïs fourrages de 2013 rejoint presque celle, particulièrement élevée, des maïs de 2011.**



Ecart de cumul de sommes de température de l'année 2013 avec la médiane historique (1983-2012) sur la période du 21 avril au 31 octobre

Des maïs souvent moins riches en amidon

La base de données des résultats d'analyses des maïs fourrage 2013 comporte 825 échantillons provenant des différentes régions françaises. L'étude de ces résultats permet de mener une étude fréquentielle. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que les échantillons ne sont pas représentatifs de l'ensemble des régions concernées par le maïs fourrage, ou en tout cas pas avec la même pondération que pour la répartition des surfaces cultivées. En revanche, cet échantillonnage n'évolue pas fortement d'une année sur l'autre ce qui permet de voir les particularités d'une année par rapport aux précédentes.

Les résultats d'analyses de 2013 (tableau ci-dessous) sont comparés à ceux des années antérieures.

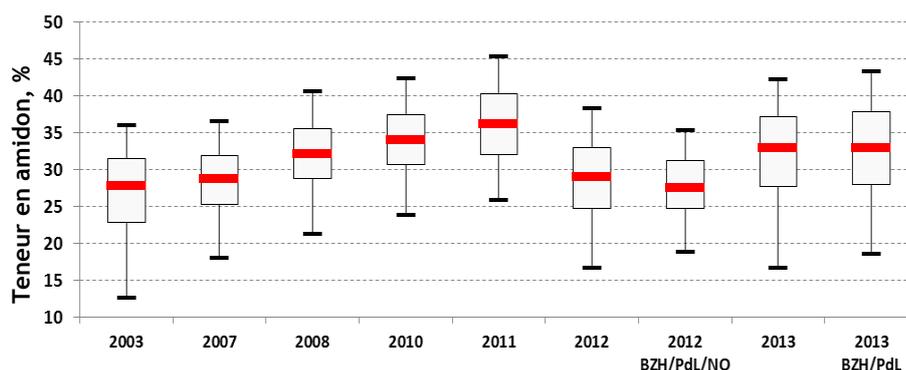
	Moyenne 2013	Ecart-type	Moyenne 2012	Moyenne 2011	Moyenne 2010	
<i>nb analyses</i>	825	825	937	1058	1172	
Critères analysés, %MS	Matière sèche, %	32,9	5,4	34,6	35,0	34,7
	Matière Minérale	3,7	0,7	3,9	3,4	3,4
	Matière Azotée Totale	7,4	0,9	7,4	7,5	7,3
	Cellulose Brute	20,4	3,2	22,3	18,9	18,7
	NDF	41,0	5,2	44,8	39,2	39,5
	ADF	24,4	3,8	25,8	23,9	23,6
	ADL	2,8	0,5	2,8	2,5	2,5
	DCS Aufrère	68,4	4,9	65,5	69,5	70,1
	Amidon	31,6	7,9	28,5	35,8	33,6
	Glucides Solubles	6,0	4,2	5,3	3,3	8,0
Critères calculés	DMO, % MO	71,8	2,6	70,1	72,4	72,6
	UFL, u/kg MS	0,91	0,05	0,88	0,93	0,93
	UFV, u/kg MS	0,81	0,06	0,78	0,83	0,83
	PDIN, g/kg MS	45,7	5,2	45,3	45,8	45,0
	PDIE, g/kg MS	63,8	3,0	62,6	64,3	64,5
	Dinag, %	49,5	4,7	47,7	49,9	48,6
	DMOna, %	57,8	4,0	57,3	55,9	57,8
	UEL, u/kg MS	0,95	0,08	0,99	0,96	0,96

- Les situations climatiques contrastées ont fortement influencé l'évolution des plantes en fin de cycle. L'évolution plus rapide que la normale de la teneur en MS des maïs à la récolte dans la zone Bretagne Pays de la Loire a eu pour conséquence **des ensilages récoltés en légère sur-maturité (34,5 % MS en moyenne)** contre 31,1 % MS dans le Sud-Ouest de la France.
- La teneur en Matière Azotée Totale (MAT = 7,4 % MS) est comparable aux valeurs des années précédentes. La teneur moyenne en amidon (31,6 % MS) est en nette progression par rapport à l'année précédente pour se situer au-dessus de 30 % (6 années « >30 % » amidon sur les 10 dernières années). **La variabilité de teneur en amidon dans les ensilages est cette année très forte et ce quelle que soit la région** (figure 1). **L'analyse du fourrage permettra d'ajuster au mieux le choix du type de complément.**
- La valeur énergétique (DMO, UFL, UFV) est en hausse par rapport à 2012 mais reste légèrement moins élevée qu'en 2010 et 2011 avec 50 % des maïs à plus de 0,92 UFL.
- L'ingestibilité des maïs 2013 est généralement très bonne (seulement 25 % des échantillons à plus de 1,0 UEL/kg MS) avec des valeurs comparables aux bonnes années.

Les analyses sont réalisées par spectrométrie dans le proche infrarouge, sur un appareil NIR System, au moyen de calibrations établies par P. Dardenne, et vérifiées chaque année par 2 séries de 15 échantillons analysés par les méthodes de référence.

Figure 1. Analyse de la répartition des valeurs d'analyses de teneurs en amidon

Source Germ-Services, traitement ARVALIS.
Centile 5 %, quartiles et médiane



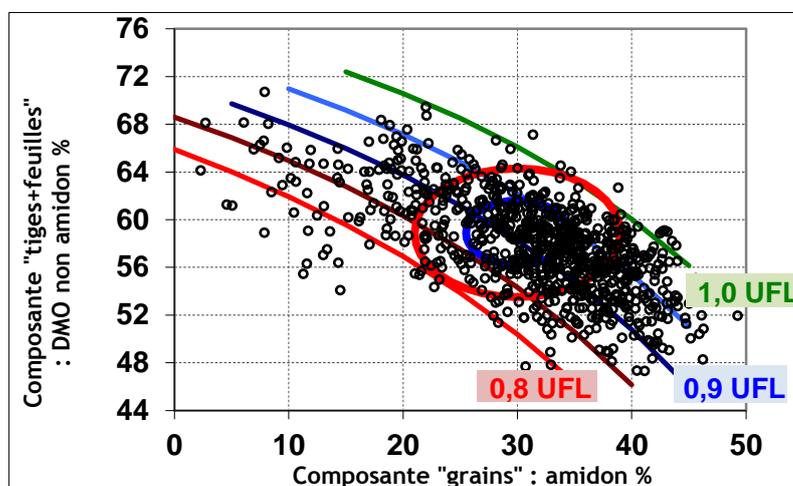
Amidon et digestibilité : de grandes variations selon les situations

Les valeurs énergétiques sont présentées graphiquement (ci-dessous : chaque point représente une analyse) sur les 2 axes « Amidon » et « DMO_{na} ».

La large **dispersion observée reflète la grande diversité des situations rencontrées**. L'analyse de composition chimique et de valeur alimentaire du fourrage s'impose donc particulièrement cette année.

La faible teneur en amidon observée dans de nombreuses situations en 2013 s'explique par un remplissage des grains non achevé en raison des conditions climatiques estivales :

- maïs semé tard n'ayant pas atteint la maturité → la teneur en amidon est limitée mais la DMO_{na} reste élevée
- maïs ayant souffert d'un déficit hydrique estival important → l'appareil végétatif s'est desséché rapidement entraînant une chute de la DMO_{na}



En moyenne, les points sont décalés vers des valeurs élevées en UFL, ce qui est en partie dû à un bon remplissage des grains avec des teneurs en amidon correctes. La zone centrale (bleue) rassemble seulement 19,3 % des échantillons (15 à 34 % les années précédentes). La zone centrale et la couronne périphérique (rouge) ne réunissent que 55,3 % des échantillons (50 % seulement pour les échantillons de Bretagne/Pays de Loire). Ce chiffre peut atteindre 78 %, sans accident climatique avec des récoltes au bon stade.

Ces données montrent que l'on ne peut pas se contenter d'une valeur UFL moyenne pour établir les rations des ruminants. Il est intéressant de choisir, région par région, en tenant compte des tendances de l'année, quelques cas représentatifs sur lesquels calculer la complémentarité adaptée.



Les résultats de valeur énergétique sont obtenus avec une équation de prédiction (« Modèle 4 », M4) bien adaptée aux stades « normaux » de maturité. De par leurs caractéristiques, les maïs de l'année 2013 (stades assez tardifs dans certains cas) se situent en limite de la gamme de validité des équations INRA pour les valeurs PDI et UF.

Dans le cas des maïs récoltés à stades tardifs avec une teneur élevée en amidon (maïs récoltés tardivement dans le Nord-Ouest), ces équations de prédiction des valeurs énergétiques et azotées semblent trop « optimistes ». Il faut alors veiller à ajuster la ration en conséquence.

En cours...

Un partenariat de recherche entre l'Institut National de la Recherche Agronomique et ARVALIS - Institut du végétal, associant les semenciers (UFS) et les producteurs/multiplicateurs de semence (FNPSMS), est engagé depuis 2011 pour la durée d'une thèse (3 ans), afin de mieux appréhender la digestion de l'amidon et des fibres, notamment aux stades tardifs de récolte, et d'en tirer les conséquences sur la prédiction de la valeur énergétique et azotée.

Précisions sur les méthodes d'analyses et de calculs

Les analyses pour décrire la plante

La teneur en Matière Sèche (MS) est un indicateur du stade de récolte : Il y a une corrélation entre teneur en MS et teneur en amidon : le remplissage des grains n'est pas terminé au stade de récolte ensilage.

La teneur en amidon est un indicateur de la teneur en grain : elle résulte des choix génétiques, des conditions de culture et du stade de récolte ; elle ne préjuge pas de la digestibilité des tiges et feuilles, sauf quand on suit une même culture à des stades successifs (dans ce cas, la digestibilité de la partie végétative diminue au fur et à mesure de l'augmentation de la teneur en amidon avec la maturité).

La teneur en protéines est calculée en analysant l'azote et en multipliant par 6,25 : c'est la « Matière Azotée Totale » (MAT) à partir de laquelle on calcule les PDIN et les PDIE. La teneur en MAT est d'autant plus faible que le stade est tardif et le rendement élevé.

La teneur en fibres est mesurée selon plusieurs méthodes d'analyses : il s'agit toujours d'une méthode « gravimétrique » : on pèse le résidu après différentes « attaques » chimiques ou enzymatiques au laboratoire. La méthode la plus ancienne détermine la « Cellulose Brute » (CB). Une méthode plus récente (Van Soest) donne le résidu fibreux après traitement au détergent en milieu neutre (NDF) ou en milieu acide (ADF), ou encore en milieu acide renforcé (ADL). En première approximation, on peut considérer que l'ADL correspond à la quantité de lignine, l'ADF à la somme de la lignine et de la cellulose, tandis que le NDF est le total lignine + cellulose + hémicellulose. La valeur du résidu NDF est en effet assez proche de la quantité totale des fibres insolubles au sens chimique.

La méthode choisie depuis 15 ans pour estimer la digestibilité du maïs fourrage est une méthode enzymatique où l'on pèse le résidu de fourrage après 3 attaques enzymatiques successives (amylase, pepsine et cellulase). Les bulletins d'analyse expriment ce qui a disparu ; le résultat est noté Dcell (Digestibilité cellulasique) ou DCS (Digestibilité Cellulasique exprimé sur Sec) ou fait référence à l'auteur de la méthode utilisée en France (J. Aufrère).

Le calcul des valeurs nutritionnelles

Par convention depuis 1995, la valeur énergétique du maïs fourrage (vert) est calculée en France en se basant sur l'équation « Modèle 4 » (M4) publiée par Jacques Andrieu de l'INRA. Cette équation est basée sur la teneur en Matière Minérale (MM), la DCS et la MAT. Ainsi, M4 concerne 3 équations équivalentes, une pour la Digestibilité de la Matière Organique (DMO), une pour l'énergie nette de lactation (UFL) et l'autre pour l'énergie nette d'engraissement (UFV)

Ce sont les équations officielles pour les besoins des essais conduits en vue de l'inscription des nouvelles variétés au catalogue ; elles sont aussi utilisées pour les besoins des éleveurs. Elles n'ont pas la prétention d'être exactes dans toutes les circonstances, mais elles sont assez précises pour comparer (dans les essais) des variétés proches du point de vue de la précocité, et récoltées à un stade équivalent proche de l'optimum (un peu avant la fin du remplissage des grains).

La prédiction de la valeur azotée du maïs fourrage ne prévoit pas d'adapter les coefficients du calcul au stade de récolte. La teneur en PDIA calculée à partir des analyses est toujours égale à 21,8 % de MAT, celle en PDIN est toujours égale à 61,5 % de MAT.

Pour le calcul des PDIE, l'énergie disponible dans le rumen pour la synthèse microbienne intervient également ; on tient donc compte de la valeur énergétique (DMO) ; en revanche la valeur PDIE réelle des ensilages récoltés tardivement est inférieure au calcul conventionnel car une partie de l'amidon n'est pas disponible dans le rumen (jusqu'à 30 % pour des grains vitreux, au lieu de 5 à 10 % aux stades « normaux » d'ensilage).

D'autres calculs permettent de décomposer, dans la valeur énergétique, ce qui est apporté par les glucides non fibreux (amidon, sucres) et ce qui est apporté via la digestibilité du reste de la plante : DINAG (Expression de la Digestibilité enzymatique DCS Aufrère, rapportée à la fraction « non amidon » et « non glucides solubles ») et DMO_{na} (Expression de la Digestibilité de la Matière Organique DMO, rapportée à la fraction MO moins amidon).

News@lim est distribuée gratuitement par voie électronique sur simple demande à la rédaction et téléchargeable sur www.arvalis-infos.fr

Comité de rédaction :

Alexis FERARD, Bertrand CARPENTIER, Denis HOFFMANN

Rédaction :

Justine DANIEL

j.daniel@arvalisinstitutduvegetal.fr

Editeur

ARVALIS – Institut du végétal
3 rue Joseph et Marie Hackin – 75116 PARIS
Tél. 01 44 31 10 00 – Fax 01 44 31 10 10
www.arvalisinstitutduvegetal.fr