



Maïs fourrage 2014 : très bons rendements et qualité correcte

Nous proposons dans ce numéro une valorisation des données de composition et de valeurs nutritives des maïs fourrage de la récolte 2014 obtenues au laboratoire Germ-Services de Montardon (64) et dans le réseau d'Elevage Conseil Loire-Anjou (44-49).

L'étude porte sur des échantillons de fourrage vert prélevés à la récolte et issus de l'ensemble du territoire métropolitain, en excluant tous ceux issus des réseaux d'expérimentation.

Le maïs fourrage a bénéficié des conditions climatiques favorables, en particulier lors des chantiers de récolte. Selon les régions, les rendements sont supérieurs de 1 à 2 tonnes/hectare par rapport à la normale. Les teneurs en matière sèche à la récolte sont souvent élevées (supérieures à 35 %), ce qui est une conséquence du fait que l'appareil végétatif ait gardé un aspect vert, même si la maturité du grain était avancée. Ce phénomène a finalement provoqué des dates de récolte un peu trop tardives. Grâce à une très forte production de grains, les rendements en amidon sont élevés, cependant les rendements « tiges + feuilles » sont eux aussi importants, il y a donc une relative dilution dans l'ensilage. Par conséquent, les valeurs énergétiques sont bonnes mais n'atteignent finalement pas les records qui avaient pu être observés en 2011, comme les feuillages sont moins digestibles qu'espérés. Néanmoins, les quantités d'amidon et d'UFL produits par hectare sont en hausse grâce à des rendements élevés : en moyenne + 400 kg d'amidon/ha et + 900 UFL/ha par rapport aux années précédentes.

L'une des caractéristiques des maïs fourrages français en 2014 est l'allongement de la durée de végétation entre la levée et jusqu'à 1 mois après la floraison par rapport à celle habituellement constatée. Les températures, assez froides de cet été, ont ensuite été exceptionnellement élevées en septembre, ce qui a favorisé un remplissage rapide des grains. La teneur en matière sèche des plantes s'est donc élevée très brusquement alors que les parties végétatives étaient encore bien vertes. Les chantiers de récolte, prévus à l'avance, n'ont pas toujours pu être avancés, ainsi les teneurs en matière sèche optimales à la récolte ont été souvent dépassées.

Figure 1. Répartition des valeurs d'analyses de teneurs en matières sèches. Source Germ-Services et Elevage Conseil Loire-Anjou, traitement ARVALIS (Centile 5 %, quartiles et médiane)

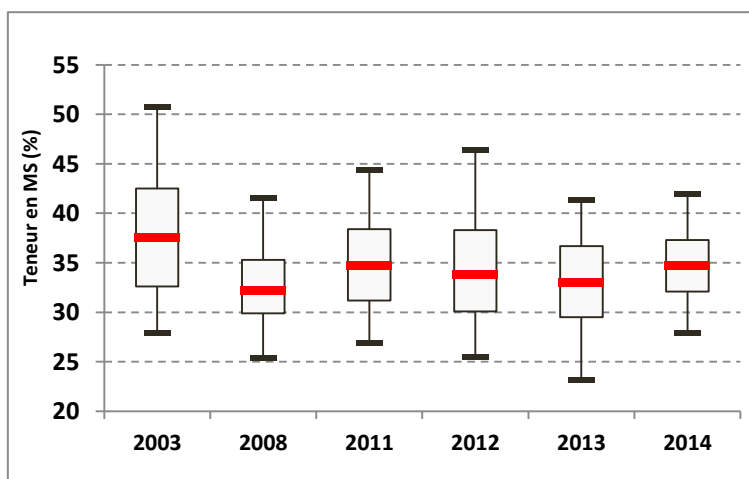
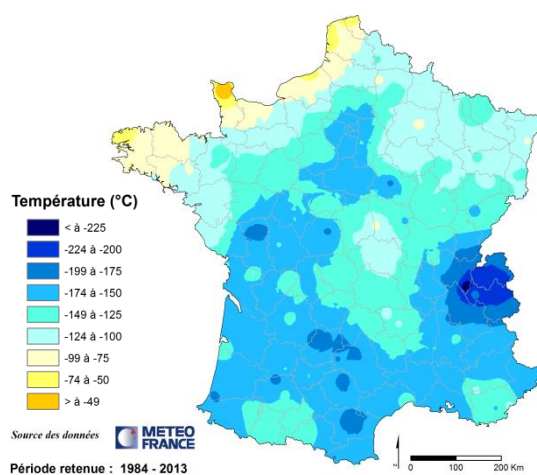


Figure 2. Ecart entre le cumul de sommes de température sur la période du 11 avril au 31 août 2014 avec la médiane historique (1984-2013)



Des maïs souvent moins ingestibles

La base de données des résultats d'analyses des maïs fourrage 2014, comporte 1034 échantillons provenant des différentes régions françaises. L'exploitation de cette base de données permet de mener une étude fréquentielle. Il est important de noter que la pondération du nombre

d'échantillons en fonction de la répartition des surfaces cultivées n'est pas complètement respectée pour l'ensemble des régions.

Les résultats d'analyses de 2014 (tableau ci-dessous) sont comparés à ceux des années antérieures.

Figure 3. Résultats de composition et estimation de la valeur nutritionnelle des maïs fourrage 2014 en comparaison avec les données 2011, 2012 et 2013

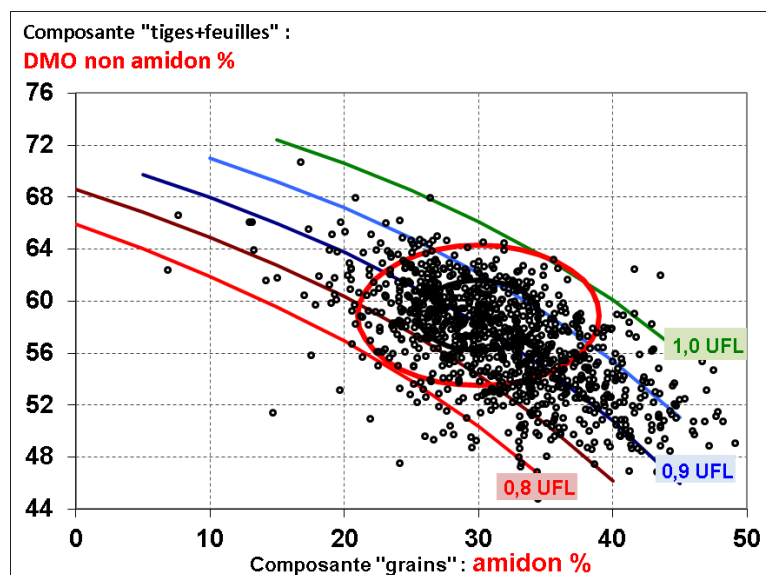
	2014		2013	2012	2011	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Moyenne	Moyenne	
Nombre analyses	1034		825	937	1058	
Critères analysés, % MS	Matière sèche, %	34,8	4,4	32,9	34,6	35
	Matière Minérale	3,8	0,7	3,7	3,9	3,4
	Matière Azotée Totale	7,0	0,9	7,4	7,4	7,5
	Cellulose Brute	20,0	2,5	20,4	22,3	18,9
	NDF	41,7	7,0	41,0	44,8	39,2
	ADF	22,8	4,1	24,4	25,8	23,9
	ADL	2,9	0,5	2,8	2,8	2,5
	DCS Aufrère	68,0	4,3	68,4	65,5	69,5
	Amidon	31,6	6,1	31,6	28,5	35,8
	Glucose Soluble	5,8	3,8	6,0	5,3	3,3
Critères calculés	DMO, % MO	71,2	2,4	71,8	70,1	72,4
	UFL, /kgMS	0,90	0,05	0,91	0,88	0,93
	UFV, /kgMS	0,80	0,05	0,81	0,78	0,83
	PDIN, g/kgMS	42,7	5,7	45,7	45,3	45,8
	PDIE, g/kgMS	62,7	3,0	63,8	62,6	64,3
	Dinag, %	49,0	4,6	49,5	47,7	49,9
	DMO _{na} , %	56,9	4,0	57,8	57,3	55,9
	UEL, /kgMS	0,96	0,07	0,95	0,99	0,96

- ✓ Les situations climatiques contrastées ont fortement influencé l'évolution des plantes en fin de cycle en fonction des choix de précocité variétale. L'évolution plus rapide que la normale de la teneur en MS des maïs à la récolte a eu pour conséquence d'avoir **des ensilages récoltés en sur-maturité (34,8 % MS en moyenne)** avec 25 % des ensilages à plus de 37,5 % MS.
- ✓ La teneur en Matière Azotée Totale (MAT = 7,0 % MS) est en retrait sensible par rapport aux valeurs des années précédentes. Cette baisse est à relier aux très bons rendements MS de l'année. La baisse des valeurs azotées induite est en moyenne de 3 g de PDIN/kg par rapport aux 3 dernières années. La teneur moyenne en amidon (31,6 % MS) est au même niveau que 2013 et se situe au-dessus de 30 % (8 années « >30 % » amidon sur les 10 dernières années). **La variabilité de teneur en amidon dans les ensilages est cette année un peu moins forte mais reste cependant élevée (écart-type de 6,1 contre 7,9 en 2013). L'analyse du fourrage permettra donc d'ajuster au mieux le choix du type de complément.**
- ✓ La valeur énergétique (DMO, UFL, UFV) est en léger retrait par rapport à 2013 mais reste à un bon niveau avec 50 % des maïs à plus de 0,91 UFL et 25 % à plus de 0,93 UFL/kgMS.
- ✓ L'ingestibilité des maïs 2014 est en général correcte mais avec tout de même 30 % des maïs à plus de 1 UEL/kgMS. En effet, une plus faible digestibilité des parties végétatives est constatée cette année avec une baisse de 1 point de digestibilité de matière organique non amidon (DMO_{na}).
- ✓ **La valeur alimentaire des maïs fourrages de 2014 rejoint celle des maïs de 2013 avec toutefois des valeurs azotées en retrait et des valeurs d'encombrement légèrement plus élevées.**

Digestibilité des parties végétatives : de grandes variations selon les situations

Les valeurs énergétiques sont présentées graphiquement (figure 4) sur les 2 axes « Amidon » et « DMOna ».

Figure 4. Valeurs énergétiques représentées selon les 2 valeurs « Amidon » et « DMOna »
(Chaque point représente une analyse)



- ✓ **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 toujours cette année.
- ✓ Les faibles teneurs en amidon observées dans certaines situations en 2014 s'expliquent surtout par un effet de dilution avec des rendements MS plante entière importants plutôt que par des faibles remplissages des grains. Dans de nombreuses situations, l'appareil végétatif s'est desséché rapidement en fin de cycle (alors même que les feuilles étaient vertes) entraînant une chute de la DMO_{na} → **c'est toujours le stade du grain qui guide dans le choix de la date de récolte.**
- ✓ En moyenne, les points sont décalés vers des stades avancés où la digestibilité des tiges et des feuilles est relativement basse. La zone centrale (noire) rassemble tout de même 26 % des échantillons (15 à 34 % les années précédentes). La zone centrale et la couronne périphérique (rouge) ne réunissent que 63 % des échantillons. 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 la plus adaptée.

Résultats de recherche...

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. Cette étude a permis d'identifier des facteurs de variations de la digestibilité de la plante entière de maïs et de ses fractions amidon et parois.

Le stade de maturité influence modérément la DMO d'un ensilage de maïs même s'il a été observé un maximum de DMO au stade pâteux du grain soit vers 30-35 % MS plante entière. Cependant, **les sources d'énergie varient fortement selon la maturité du maïs.** Le ratio (fibres NDF dégradables) / (amidon dégradable) diminue de 1,1 à 0,7 entre les stades grains laitieux et grains vitreux. L'étude a permis de valider l'équation de prédiction de la valeur énergétique (équation M4) du maïs fourrage pour des nouvelles variétés et pour des stades de récoltes tardifs.

Les variétés étudiées ont présenté des profils différents de digestibilité et de dégradabilité ruminale de leurs fractions pariétales et amylacées indiquant des typologies de maïs fourrages orientées plutôt « grains » ou « fibres », pour des utilisations bien ciblées en rationnement des ruminants. L'ensemble des références seront utilisées pour une meilleure caractérisation de la valeur nutritive de l'ensilage de maïs dans les nouvelles tables d'alimentation de l'INRA (projet Systali).

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 de l'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 cellulosique) ou DCS (Digestibilité Cellulosique 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).

Alexis FERARD