



Maïs fourrage 2015 : Rendements très variables et très bonne qualité

Nous proposons dans ce numéro une valorisation des données de composition et de valeurs nutritives des maïs fourrage de la récolte 2015 obtenues par le laboratoire Germ-Services (64), les réseaux d'Élevage Conseil Loire-Anjou (44-49), le CLASEL (53-72), l'Union Laitière de la Meuse (55) et la Chambre d'agriculture de la Haute-Marne (52).

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.

L'analyse des données a été faite par ARVALIS - Institut du végétal.

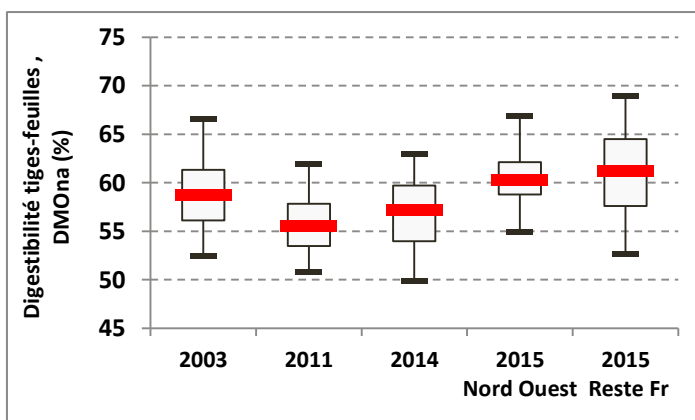


Année chaude, pics de température estivale très élevés, déficit hydrique hors du commun, le climat sous lequel les maïs de 2015 ont poussé est plutôt « hors norme ». Ces conditions ont surtout marqué l'est du pays, plaçant certains secteurs en situation très difficile pour les maïs. La production moyenne de maïs fourrage à l'hectare est estimée à 3 tonnes en deçà de celle de l'an passé, les pertes ont pu atteindre jusqu'à 70 % dans les secteurs les plus sinistrés. Les transferts de maïs grain en maïs fourrage s'avèrent élevés, atteignant environ 70 000 hectares. Le maïs fourrage a dû faire face à des scénarios climatiques rudes et variés :

- déficit hydrique précoce qui a limité le gabarit des plantes,
- stress thermique autour de la floraison avec d'éventuelles conséquences négatives sur la fécondation : les températures élevées entre 32 à 40°C ont des effets négatifs sur le bon fonctionnement des ovules, les grains de pollen et les tubes polliniques,
- stress thermique post floraison qui a parfois entraîné les avortements de grains nouvellement formés.

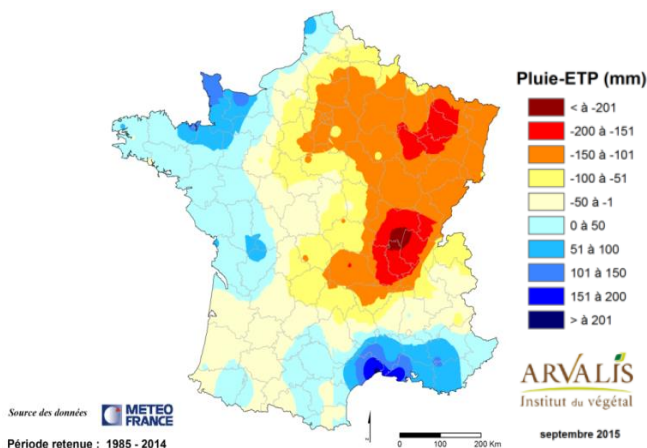
Dans nombre de situations, le retour des pluies fin août a pu limiter les pertes en assurant un remplissage plus ou moins complet des grains présents, sous réserve de la présence de feuilles vertes pour assurer la photosynthèse.

Figure 1. Répartition des valeurs calculées de DMO_{na}. (Centile 5 %, quartiles et médiane)



DMO_{na} : Expression de la Digestibilité de la Matière Organique DMO, rapportée à la fraction MO moins amidon

Figure 2. Ecart du bilan hydrique potentiel « Pluie-ETP » de l'année 2015 avec la médiane historique (1984-2014) sur la période du 11 juin au 31 août 2015



Des maïs souvent très riches en énergie

La base de données des résultats d'analyses des maïs fourrage 2015, comporte 1 411 échantillons provenant des différentes régions françaises. L'exploitation de cette base de données a permis de mener une étude fréquentielle. Le nombre d'échantillons provenant de la région Pays de la Loire est particulièrement élevé (818 échantillons). Les résultats d'analyses de 2015 (tableau 1) sont comparés à ceux des années antérieures.

Tableau 1. Résultats de composition et estimation de la valeur nutritionnelle des maïs fourrage 2015 en comparaison avec les données 2011 et 2014

Année	2015 : Nord-Ouest		2015 : reste France		2014	2011	
Nombre analyses	977		434		1034	1058	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Moyenne	
Critères analysés, % MS	Matière sèche, %	33,1	3,2	33,6	4,8	34,8	35,0
	Matière Minérale	3,7	0,6	4,0	1,0	3,8	3,4
	Matière Azotée Totale	7,1	0,9	7,6	1,1	7,0	7,5
	Cellulose Brute	19,1	2,2	19,8	2,5	20,0	18,9
	NDF	42,7	3,7	40,6	5,2	41,7	39,2
	ADL	3,0	0,4	2,7	0,4	2,9	2,5
	DCS Aufrère	70,5	3,3	70,0	3,9	68,0	69,5
	Amidon	29,6	5,0	28,3	8,0	31,6	35,8
	Glucides Solubles	7,3	2,1	7,6	5,3	5,8	3,3
Critères calculés	DMO, % MO	72,7	2,0	72,8	2,2	71,2	72,4
	UFL, /kg MS	0,93	0,04	0,93	0,04	0,90	0,93
	UFV, /kg MS	0,83	0,04	0,83	0,05	0,80	0,83
	PDIN, g/kg MS	43,8	5,5	46,6	6,7	42,7	45,8
	PDIE, g/kg MS	64,6	3,0	65,4	3,4	62,7	64,3
	DMO _{na} , %	60,5	3,4	61,1	4,9	56,9	55,9
	UEL, /kg MS	0,94	0,06	0,95	0,07	0,96	0,96

A partir des données météorologiques, deux zones ont été définies pour synthétiser les résultats de composition et de valeur alimentaire des maïs fourrage de la récolte 2015 : les maïs récoltés dans la zone à l'ouest de la ligne Ardennes - La Rochelle et ceux récoltés à l'est de cette ligne.

A l'ouest de la ligne Ardennes - La Rochelle

✓ A l'ouest, la composition chimique des maïs est assez proche de celles observées les années précédentes avec cependant une teneur en amidon en léger retrait (29,6 % contre 30,2 % en 2014 et 32,2 % en 2013) et une digestibilité enzymatique historiquement élevée. Par conséquent, les valeurs énergétiques estimées sont très élevées avec en moyenne 0,93 UFL/kg MS et les valeurs d'encombrement particulièrement basses (0,94 UEL/kg MS). Les teneurs en MAT observées, légèrement plus élevées que l'année dernière, ont relevé les valeurs PDI des maïs 2015 de 2,5 g PDI par rapport à 2014. Pour cette zone, la qualité des maïs fourrage est donc très bonne, avec une valeur énergétique portée en grande partie par la très bonne digestibilité des tiges et feuilles.

A l'est de la ligne Ardennes - La Rochelle

✓ Certaines récoltes ont été faites courant août sur des plantes encore partiellement vertes mais dont le dessèchement s'accélérait. Dans ces conditions, les rendements ont été pénalisés par un faible développement de l'appareil végétatif et surtout par un remplissage

incomplet des grains. Les teneurs en amidon sont très variables avec certains silos à moins de 15 % d'amidon (25 % des échantillons ont présenté moins de 25 % d'amidon). La teneur en sucres solubles, habituellement stable, a été aussi variable, en moyenne à 7 %, en passant de moins de 3 % MS à plus de 20 % MS dans certains cas. A la récolte, la digestibilité des tiges et feuilles est restée très élevée, ce qui a permis de conserver une très bonne valeur énergétique pour ces maïs « stressés ». Pour des teneurs en amidon inférieures à 10 %, les teneurs en glucides solubles relevées vont de 15 à 20 %. La teneur en MS est en moyenne de 33,6 % (contre 34,8 % en 2014) avec une variabilité importante : 95 % des échantillons relevés entre 28,8 et 38,4 %.

En moyenne, ce sont presque les mêmes valeurs que pour les maïs « nord-ouest », mais avec une forte variabilité. Les maïs fortement stressés se caractérisent également par une teneur en MAT plus élevée qu'en 2014. Les valeurs azotées PDIN et PDIE des maïs sont donc élevées avec parfois +10 à +20 g/kg MS de PDIN et +5 g/kg MS de PDIE par rapport à 2014. L'analyse de fourrage, incontournable, permettra de situer le niveau des valeurs énergétique et azotée de ces maïs.

Digestibilité des parties végétatives : un niveau historiquement élevé

Les valeurs énergétiques sont présentées graphiquement (figure 3) sur les 2 axes « Amidon » et « DMO_{na} ».

A nouveau cette année, une large dispersion est observée sur la provenance de l'énergie des maïs fourrage. Les teneurs en énergie nette totale (UFL) sont globalement plus élevées que l'année dernière et la part d'énergie provenant de la **bonne digestibilité des tiges et feuilles est nettement plus élevée que les années passées.**

La teneur en amidon moyenne des échantillons est en retrait de près de 3 points par rapport à 2014, où le niveau était déjà faible. Les très faibles teneurs en amidon observées dans certaines situations en 2015 concernent surtout les zones touchées par la sécheresse estivale. Dans les situations où l'appareil végétatif s'est desséché rapidement en juillet ou août, aucune chute de digestibilité des tiges et feuilles (DMO_{na}) n'a été observée, probablement à cause des plantes qui étaient restées jeunes et n'avaient pas commencé la dernière phase du cycle de culture avec la lignification.

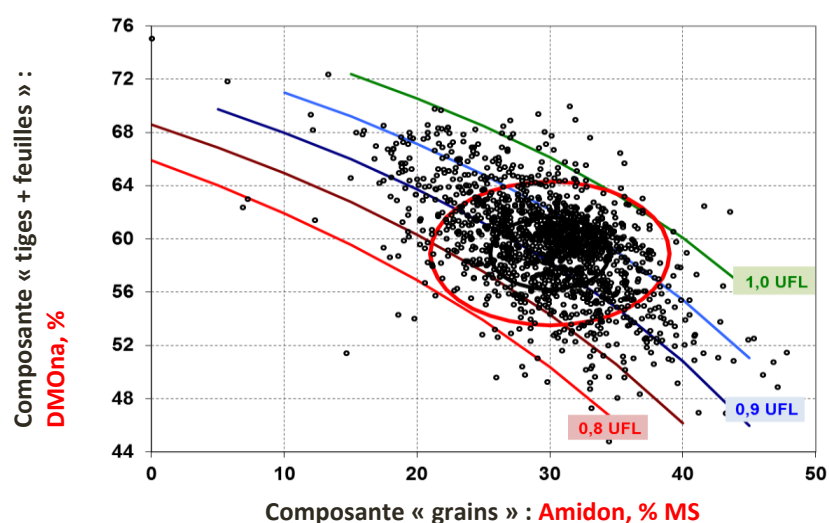
Encore plus cette année, les données montrent qu'une valeur UFL moyenne, très stable d'année en année, n'est pas suffisante pour établir les rations des ruminants. Il est nécessaire d'apprécier la qualité d'un maïs fourrage en fonction de la provenance de son énergie :

✓ les maïs avec une bonne valeur énergétique plutôt apportée par les fibres très digestibles, mais une teneur assez faible en amidon (<27 %) qui devront être complétés avec des concentrés riches en amidon (céréales) et des fourrages fibreux (enrubannage, foin, paille).

✓ les maïs avec une bonne valeur énergétique plutôt apportée par une teneur en amidon élevée (>32 %), mais des fibres assez peu digestibles qui nécessiteront l'ajout de fourrages fibreux très digestibles et de concentrés peu riches en amidon

Dans tous les cas, il est essentiel de ne pas dépasser le seuil des 22-23 % d'amidon dans la ration des vaches laitières. Cela est d'autant plus vrai cette année que les teneurs en glucides solubles sont élevées, ceux-ci étant rapidement fermentescibles dans le rumen et donc acidogènes.

Figure 3. Valeurs énergétiques représentées selon les 2 valeurs « Amidon » et « DMO_{na} » (Chaque point représente une analyse)



Résultats de recherche : suivi de la valeur alimentaire du maïs fourrage à stade immature

Au vu des conditions estivales et de leurs impacts sur la morphologie des maïs, un dispositif de suivi de valeurs alimentaires « maïs secs » a été mis en place dans 4 stations ARVALIS (départements 36, 44, 55, 69). Près de 30 prélèvements de plantes ont été effectués entre le 10 juillet et le 4 septembre. Les analyses ont révélé une variabilité très importante des teneurs (moyennes et écart-type) en MAT ($9,9 \pm 2,1$ %), en amidon ($2,6 \pm 5,8$ %) et en glucides solubles ($17,0 \pm 6,5$ %).

A noter qu'il n'a pas été observé de relation ($R^2=0,002$) entre le pourcentage de feuilles sèches (31 ± 20 %) et la digestibilité des tiges et feuilles qui est restée très élevée (moyenne de 72,9 %). Les valeurs alimentaires moyennes calculées pour ces maïs sont de : 0,92 UFL/ kg MS, PDIN = 59,4 g/kg MS et PDIE = 68,5 g/kg MS.

Pour aller plus loin dans la caractérisation de la valeur alimentaire de ces maïs très particuliers, un essai d'engraissement de jeunes bovins a démarré à la ferme expérimentale de Saint Hilaire en Woèvre (55) avec un maïs récolté le 13/08/2015 à 36,7 % MS ; MAT = 10,9 % MS et Amidon = 2,2 % MS, pour une valeur énergétique calculée à 0,95 UFL/ kg MS.

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).

Bertrand CARPENTIER, Alexis FÉRARD