

LES ESSENTIELS

d'ADVANTA®



Novembre 2019 - n°2

MAÏS FOURRAGE

-> APPROCHE DES RATIONS RUMINANTS POUR TIRER LE MEILLEUR PARTI DU FOURRAGE





SOMMAIRE

- 5 - 6** Maïs fourrage et élevage
- 7 - 10** La ration d'un ruminant : de la haute précision
- 11 - 18** Les règles d'or des rations
- 19 - 32** Digestibilité tiges-feuilles et amidon
- 33 - 38** Autres formes de récolte du maïs pour les ruminants

ÉDITO

Comme nous l'avons dit dans le livret N°1, **le maïs fourrage** est la base de l'alimentation de la majorité de nos troupeaux, laitiers ou viande, bovins principalement mais aussi, à un degré moindre, caprins et ovins.

A l'orée d'une nouvelle campagne maïs fourrage pour les semis 2020, **ADVANTA® souhaite vous faire bénéficier de son expertise maïs fourrage** et optimiser l'utilisation de sa gamme et de sa variabilité en l'adaptant au mieux aux besoins des éleveurs et de leurs animaux.

La majorité d'entre-nous sommes formés aux productions végétales mais le maïs fourrage in fine est un aliment destiné à des animaux dont il est important de connaître les besoins pour mieux adapter notre conseil.

Ce livret N°2 a pour but de refaire un point sur l'alimentation de la vache laitière (mais aussi des chèvres) et les clés variétales à notre disposition pour guider vos préconisations et satisfaire au mieux nos éleveurs.

Nous verrons également que notre chère plante maïs peut aussi être utilisée de manières différentes dans les rations, en variant son mode de récolte.

Et surtout n'oublions pas que derrière un maïsiculteur fourrage se cache un éleveur, soucieux du bien-être et de la santé de ses animaux !

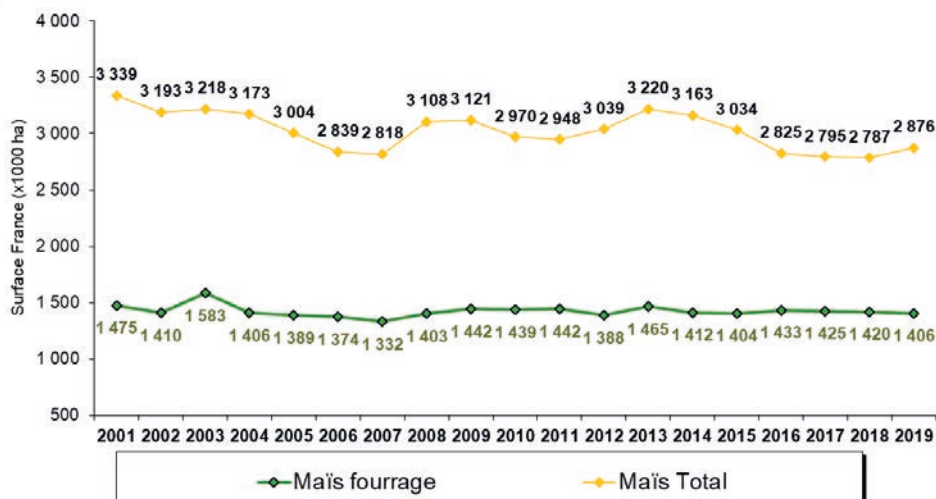
L'Equipe ADVANTA®

MAÏS FOURRAGE ET ÉLEVAGE

HISTORIQUE

Depuis les années 1970, le maïs fourrage s'est imposé dans les élevages français et est devenu **le socle de l'alimentation de nos troupeaux** dans la majorité des régions, accompagnant l'augmentation de la production laitière et de certains ateliers de viande.

Les surfaces stables entre 1,4 et 1,5 Millions d'hectares depuis les années 2000 en font notre **3ème culture nationale** et représentent environ la moitié de la sole maïs française.



Source : SCEES - Agreste

Les progrès dans la mécanisation de la récolte en ont fait un **fourrage facile et rapide à récolter**, d'une valeur énergétique élevée et régulière, et de conservation facile, à condition malgré tout de respecter quelques règles (Voir *Les Essentiels N°1*)

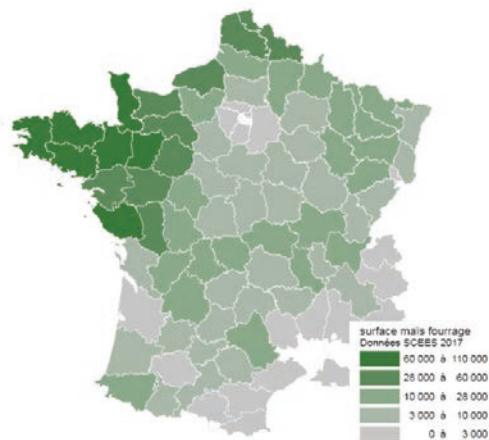
RÉCOLTE FOURRAGE

Seulement 1 ou 2 jours pour récolter la consommation annuelle du troupeau !

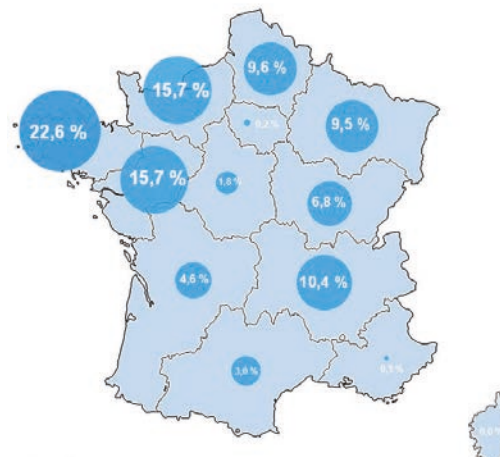
MAÏS FOURRAGE ET PRODUCTION LAITIÈRE

La mise en parallèle des surfaces de maïs fourrage et des départements qui forment le « **croissant laitier** » français est d'ailleurs révélatrice de son efficacité dans la productivité de ces régions :

**SURFACES DÉPARTEMENTALES EN MAÏS
FOURRAGE**



**PART DES RÉGIONS DANS LE QUOTA LAITIÈR
NATIONAL**



Source : SCEES 2017 & FRANCE AGRIMER 2018

L'essor du maïs fourrage s'est accompagné d'efforts de recherche soutenus dans ce domaine, et de la mise en œuvre d'une sélection spécifique.

Le Groupe Limagrain en a été le pionnier en intégrant très tôt des critères de **digestibilité**, sans négliger **les critères agronomiques** et la **régularité**, pour en devenir un leader incontesté sur les marchés français et européens.





LA RATION D'UN RUMINANT : DE LA HAUTE PRÉCISION

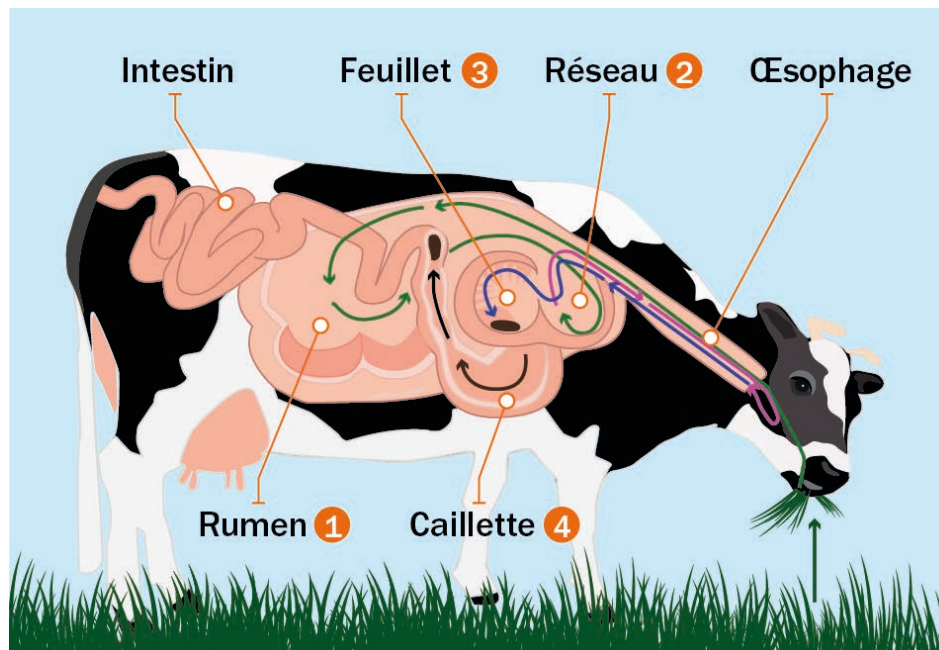


LA RATION D'UN RUMINANT : DE LA HAUTE PRÉCISION

NOURRIR UN RUMINANT,
c'est d'abord nourrir une microflore et préserver un milieu fragile.

Afin de composer la ration d'un ruminant, il faut non seulement assurer son bon niveau énergétique mais aussi assurer son besoin de ruminer.

Pour cela, son régime alimentaire doit respecter un bon équilibre entre ses composants et comporter un minimum de fibres qui vont conditionner la rumination, tout en restant digestibles.



APPAREIL DIGESTIF DU RUMINANT

En plus des UFL/kg, des PDI/kg, il est important de connaître la composition physique du fourrage pour adapter sa complémentation et optimiser son efficacité alimentaire.

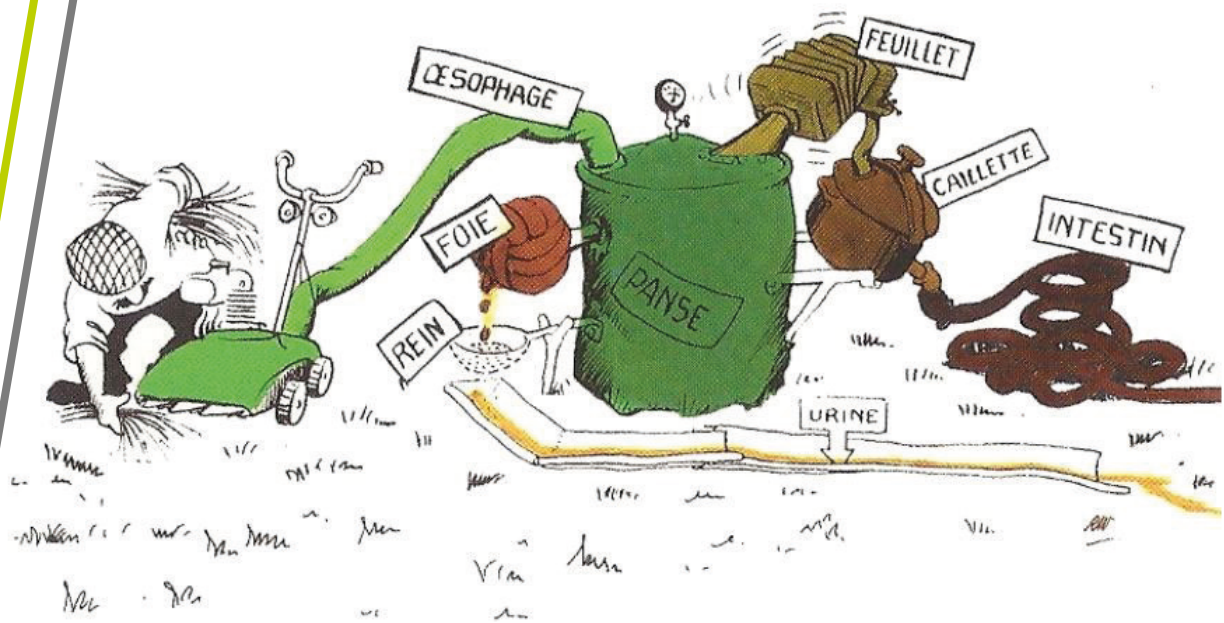
Les différents composants de la ration ont des cinétiques et des lieux de dégradation différents dans l'animal et vont entraîner différents produits de dégradation.

La particularité du ruminant est caractérisée par une « *prédigestion fermentaire* » obligatoire, prioritaire et très efficace dans le **rumen**, une cuve de 130 à 180 litres à l'entrée du tube digestif. Les ruminants sont ainsi qualifiés de « **polygastriques** »

Le but premier est donc d'optimiser ces fermentations en stimulant l'**activité microbienne** pour qu'elle profite le plus possible à l'animal, à sa productivité et sa santé et au final au revenu de l'éleveur.

CONCLUSION

La **DÉGRADATION RUMINALE**, la plus importante, doit faire l'objet de la plus grande attention car elle va conditionner non seulement la production mais aussi la santé de l'animal.



TOUT LE RUMINANT EST DANS SA PANSE



Source : Alimentation de la vache laitière,
Editions France Agricole 1997



LES RÈGLES D'OR DES RATIONS



LES RÈGLES D'OR DES RATIONS

L'ALIMENTATION DU RUMINANT

Alimenter un ruminant c'est d'abord nourrir la microflore du rumen (10^{10} bactéries et 10^{10} protozoaires/ml) dont les produits du métabolisme vont dégager l'énergie disponible pour l'animal. Ils vont être la source des protéines microbiennes (source des PDIM) et des vitamines nécessaires à l'équilibre et l'efficacité du ruminant.

En contrepartie cette microflore nécessite le meilleur équilibre nutritionnel et des conditions de milieu stables :

Durée de stagnation : 24 à 48h

Température (39.5°C)

Anaérobiose

Humidité (80 à 85%)

Un pH neutre (6 à 7)

RISQUES

Sans cet équilibre, différents risques peuvent survenir :

DES TROUBLES DIGESTIFS

(météorisation, diarrhées)

DES TROUBLES MÉTABOLIQUES

(acidose, cétose, intoxication ammoniacale)

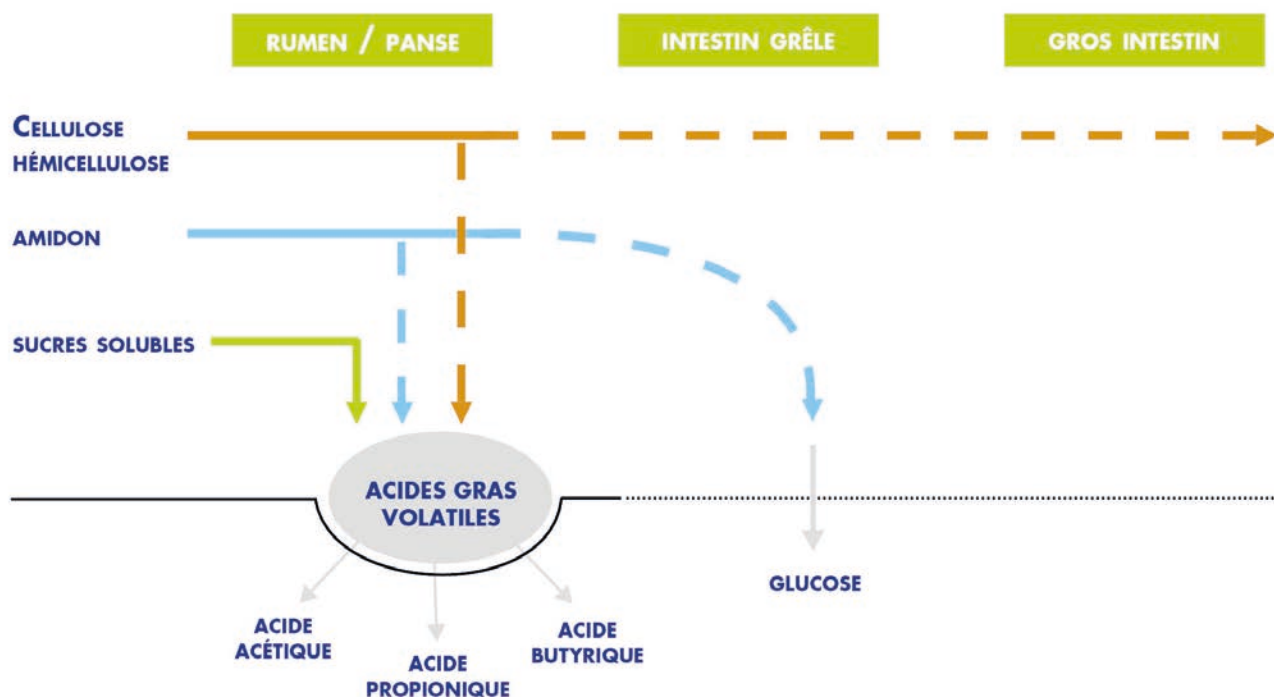
L'ensilage de maïs, par ses composants diversifiés a l'avantage d'avoir une **libération progressive** de ses sucres :

- **Les sucres de la tige à dégradabilité rapide**
(qui facilitent aussi le processus de conservation du silo)
- **L'amidon**
- **La cellulose et l'hémicellulose** des tiges et des rafles

-> Une petite partie de l'amidon échappe à la digestion ruminale, d'autant plus qu'il est structuré (*maïs grain sec, amidon vitreux ou tanné*) et subira une digestion enzymatique, limitée mais efficace, dans l'intestin.

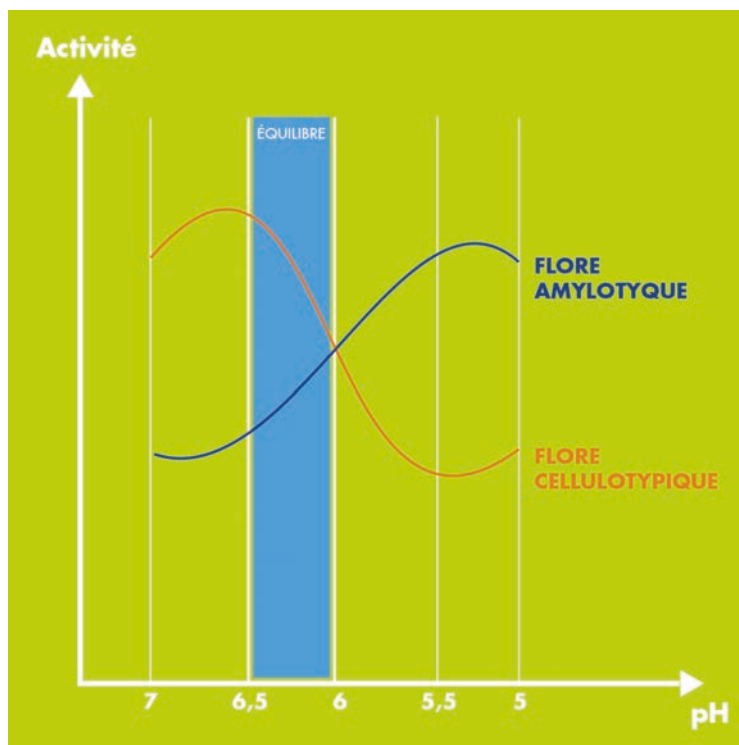
-> 70 à 80 % des celluloses et l'hémicelluloses (*sauf la lignine*) sont aussi dégradés dans le rumen, avec des variations spécifiques, variétales ou liées au stade ou au processus de récolte.

SCHEMA DE DIGESTION DES GLUCIDES DU MAÏS FOURRAGE CHEZ LE RUMINANT



L'éleveur cherchera donc à trouver un **équilibre** qui, tout en garantissant une bonne concentration énergétique, garantira une forte ingestion et une digestion microbienne efficace et équilibrée, en maintenant un **pH neutre**.

Equilibre recherché et effet sur le pH



A RETENIR

LES FOURRAGES sont longuement mastiqués, gardent le pH voisin de 7 et favorisent le taux butyreux (TB)

LES CONCENTRÉS (*dont l'amidon*) en excès et trop fermentescibles (« *rapides* ») aboutissent à une accumulation d'acides gras volatils et une baisse du pH ruminal. On peut aboutir ainsi à l'acidose, fréquente chez les bovins en engraissement intensif et la vache laitière, quand le pH baisse au-dessous de 5.5. L'acidose chronique (*ou sub-acidose*) est la plus fréquente notamment en début de lactation.

PRINCIPAUX TROUBLES CHEZ LA VACHE LAITIÈRE : CÉTOSE ET ACIDOSE

Les deux principales pathologies d'origine alimentaire sont **la cétose et l'acidose**, venant de déséquilibres métaboliques liés à des rations mal adaptées.

	Définition	Causes déterminantes	Causes déclenchantes	Prévention alimentaire	Conséquences
Cétose	Blocage du métabolisme avec accumulation de corps cétoniques dérivés de l'acide acétique ou butyrique	Déficit énergétique : • Changement brutal de régime alimentaire • Ensilage d'herbe trop humide • Excès de lest réduisant ingestibilité et digestibilité	Besoins énergétiques massifs : • Généralement début lactation • Parfois fin de lactation	• Eviter l'embonpoint lors de libre-service • Limiter l'amaigrissement par apport suffisant de concentrés (notamment début lactation) • Bonnes transitions alimentaires	• Baisse de lactation (pic non atteint) • Fertilité affectée
Acidose	Baisse du pH ruminal à la suite à une augmentation de l'apport de concentrés	Changement brutal de régime (2-3 premières semaines début de lactation)	• Défaut de lest • Excès de glucides fermentescibles • Mauvaise répartition des concentrés dans la journée	• Proportion suffisante de fibres • Plafonner et fractionner l'apport de concentrés • Préférer cellulose digestible plutôt qu'amidon + sucres	• Chute du TB • Troubles de l'appétit, refus • Diarrhées • Absence de rumination • Boiteries • Baisse de production



Source : Alimentation de la vache laitière, Roger WOLTER

A RETENIR

Les préconisations pour une vache laitière haute productrice (en % de la quantité de matière sèche ingérée) :

- 32 % DE NDF (*fibres digestibles*) au minimum
- 22 À 25 % MAXIMUM D'AMIDON (*soit 19 à 22 % d'amidon dégradable dans le rumen*)

Pour de jeunes bovins à l'engraissement au-delà de 38 % d'amidon, l'efficacité de la ration diminue.

(Source Arvalis - Maïs fourrage : objectif qualité, du champ à l'auge - 2018)

LES MATIÈRES AZOTÉES (MAT)

La vache laitière a également des besoins importants en matières azotées (*ou protéines*), notamment en début de lactation où ses besoins sont multipliés par 5 ou 6 par rapport à l'entretien (*contre 4 à 5 pour l'énergie*).

-> La production lactée est encore plus exigeante en protéines qu'en énergie

Nous ne traiterons pas ce sujet dans la mesure où le maïs fourrage doit être complémenté sur ce point sous forme de tourteaux ou d'autres fourrages plus riches en protéines.

Pour conclure, le rationnement de la vache laitière comporte **2 phases critiques** :

La période du tarissement qui va conditionner le bon démarrage de la lactation suivante si les besoins sont relativement bas les risques sont plus liés à une suralimentation (*«syndrome de la vache grasse»*).

Capacité d'ingestion d'une vache laitière	
Vache de 600 kg	Kg MS/jour
Tarissement	11-15
Début de lactation	15-16
Pic de lactation	20-23
Milieu de lactation	21
Fin de lactation	15
Correction pour une variation de poids de 100kg	0,8 à 1,5

Le début de lactation, au contraire, est caractérisé par de forts besoins tant en énergie qu'en matières azotées. On parle de la « campagne des 100 jours » pendant laquelle se jouent :

- **La moitié de la production laitière totale**
- **L'essentiel de la reproduction** (*fertilité*)
- La majorité des troubles métaboliques (acidose, cétose en relation étroite avec l'infertilité) et infectieux (*mammites*) au détriment de la productivité et de la reproduction.



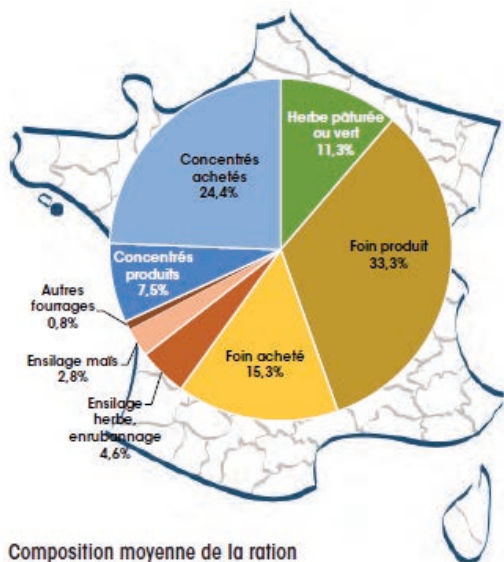
Sources : Alimentation de la vache laitière – 3ème édition – Roger WOLTER - Editions France Agricole – 1997 & Arvalis – Maïs fourrage : objectif qualité, du champ à l'auge – 2018

FOCUS SUR LES CHÈVRES LAITIÈRES

L'alimentation des chèvres comprend beaucoup de fourrages produits sur l'exploitation, et un ajout de concentrés. La chèvre est un ruminant et en cela elle se rapproche d'une vache laitière mais avec certaines différences.



Composition moyenne des rations



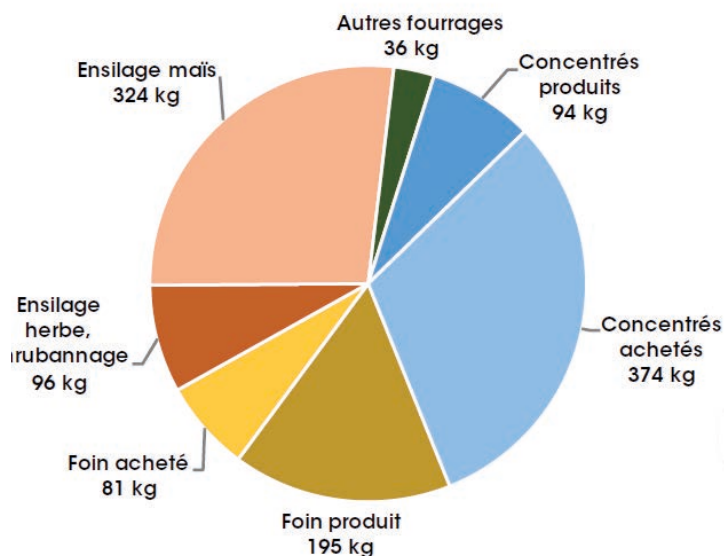
Composition moyenne de la ration des troupeaux caprins en France



Source : Inosys - Réseaux d'Élevage

Le métabolisme des chèvres fonctionne bien si **la ration est riche en fibres**, c'est pourquoi le foin est la base de leur alimentation.

Ration annuelle en système « maïs fourrage »



Source : Idele

Cependant certains élevages utilisent une part importante de maïs, essentiellement dans l'Ouest. Ces élevages représentent 10 % des élevages français et ont un niveau de productivité élevé. Le maïs représente en moyenne 42 % de la ration annuelle.

L'ensilage doit être de très bonne qualité, car la chèvre est sensible à la **listériose** (*bactérie présente dans la terre*).

L'ingestion d'une chèvre varie de **1.5 à 3 kg de MS/jour**, en fonction du poids de l'animal et de sa production laitière, avec un cycle identique à celui de la vache (*ingestion maximale en début de lactation, décroît ensuite jusqu'à la mise-bas*).

ATTENTION À L'ACIDOSE !

La chèvre a une **prédisposition à l'acidose**, car elle a une grande aptitude à trier sa ration et à ingérer rapidement une grande quantité de concentrés ou de céréales (*>250 g/minute !*)

Il faudra donc :

- **Veiller à la quantité d'amidon** (*maxi 25% de la ration*)
- **Apporter suffisamment de cellulose** (*18% mini*)
- **Eviter les excès de sucres** (*betterave, mélasse, herbe fraîche*)
- **Apporter suffisamment de foin**

Exemples de rations de chèvres laitières (*en poids brut*) :

Chèvre 60kg, 4 kg de lait/jour		Chèvre 60kg, 3,5 kg de lait/jour	
Maïs ensilage 30 % MS :	5 kg	Foin RG	0,8 kg
Foin de luzerne	0,5 kg	Foin de luzerne	0,9 kg
Pulpe de betterave	0,66 kg	Tourteaux de colza	0,25 kg
Tourteau de soja	0,33 kg	Maïs grain	0,8 kg

La chèvre valorise cependant bien le maïs grain entier, moins acidogène que le blé ou l'orge à condition de :

- Veiller à ce que le taux d'amidon ne dépasse pas 25% de la ration (*comme une VL*)
- Fractionner la distribution si les quantités sont importantes
- Distribuer les grains de maïs concassés ou légèrement aplatis



DIGESTIBILITÉ TIGES-FEUILLES ET AMIDON



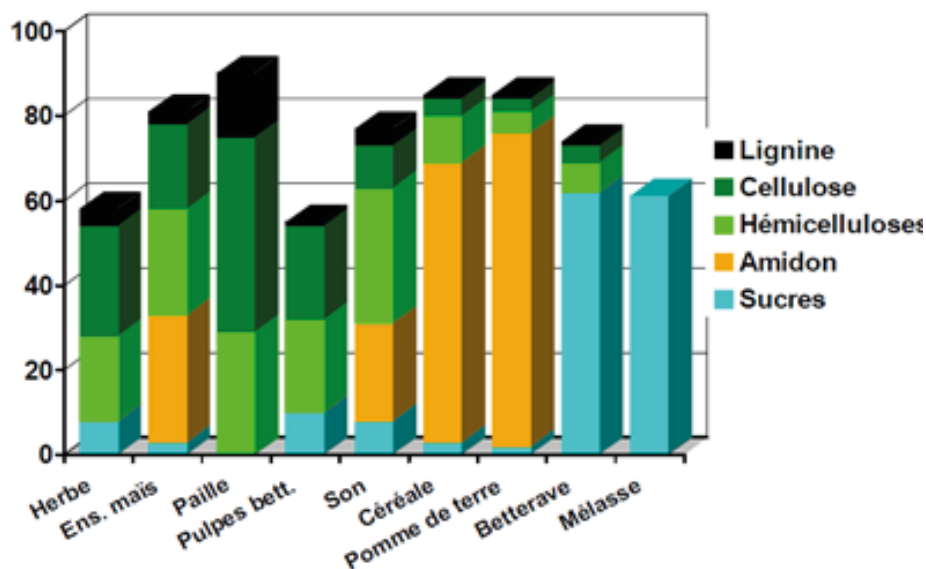
DIGESTIBILITÉ TIGES-FEUILLES ET AMIDON

LA VALEUR NUTRITIVE DU MAÏS FOURRAGE

Si **le maïs fourrage** « **est presque une ration complète à lui seul** » (Arvalis) c'est parce que sa valeur énergétique UFL (ou UFV) ou DMO proviennent à la fois de l'amidon et de la partie tiges-feuilles qui vont apporter les glucides variés nécessaires à la flore du rumen. Seule une complémentation protéique (azotée) sera nécessaire.

Cette valeur est importante et conditionnera la production de lait ou de viande.

RÉPARTITION DES GLUCIDES DE QUELQUES ALIMENTS (% DE LA MS)



$$\text{UFL MAÏS} = \text{UFL AMIDON} + \text{UFL TIGES \& FEUILLES}$$



On voit fréquemment des différences de valeur énergétique entre 2 maïs en fonction de différents facteurs : **climatiques ou agronomiques, mais aussi variétaux.**

UN MANQUE DE 0,04 UFL/KG MS MAÏS ÉQUIVAUT À 1,6 KG DE LAIT EN MOINS/VACHE/JOUR

Il faudra alors apporter un complément énergétique, souvent sous forme de céréales .
(Mais qui augmente ainsi le taux d'amidon de la ration... et son coût !)

Il faut aussi savoir de quelles parties proviennent ces UF afin d'ajuster au mieux la ration des animaux pour optimiser son efficacité alimentaire.

Chaque fraction peut être **quantifiée** par sa proportion dans la matière sèche totale.

On s'intéressera notamment :

AUX COMPOSANTS DES TIGES ET DES FEUILLES :

- **NDF** (Neutral Detergent Fibers) : correspond à la teneur globale en parois (hémicellulose + cellulose + lignine)
- **ADF** (Acid Detergent Fibers) : mélange de cellulose (45 à 65%) et de lignine (10 à 20%) tous deux partiellement digestibles

- La lignine (**ADL**) totalement indigestible.

Ces fibres et leur digestibilité vont conditionner l'ingestibilité (*qualité des NDF*) et la fibrosité (*celluloses*) de la ration.

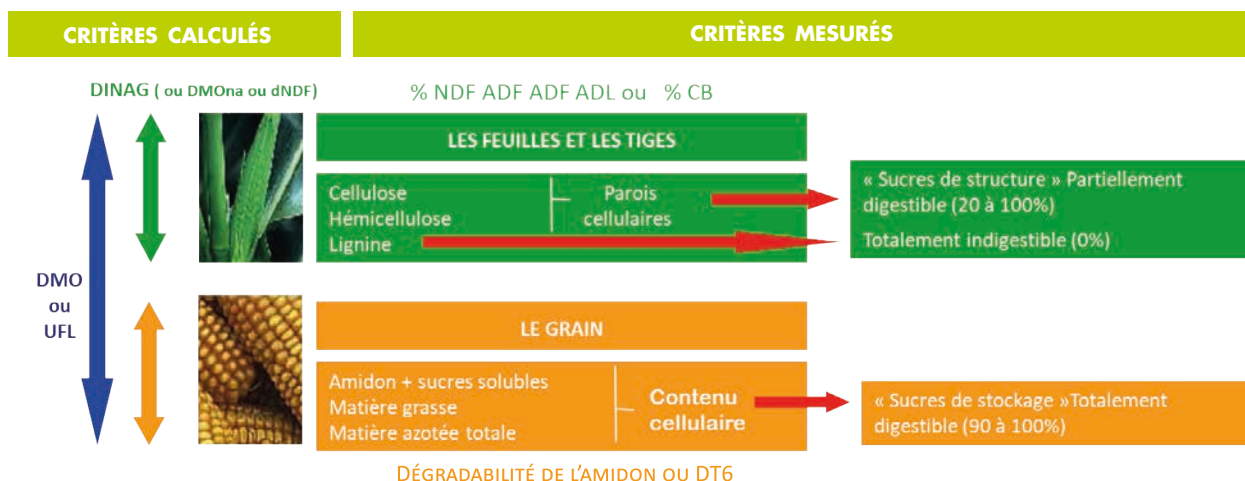
A LA TENEUR EN AMIDON,

caractéristique de la part de l'épi et du % de grains, qui apporte uniquement de l'énergie.

Les **MAT** (Matières Azotées Totales) sont également mesurées pour ajuster la complémentation protéique.

D'autres critères sont **calculés** :

- **Dinag ou DMO_{na}** : digestibilité non amidon-glucides et Digestibilité de la matière organique non-amidon
- **DCS** : digestibilité pepsine-cellulase Aufrère de la matière sèche
- Depuis 2017, Arvalis et l'INRA retiennent la dNDF (*digestibilité du NDF*) pour qualifier la digestibilité des parois, ce critère étant commun avec d'autres fourrages.



L'ANALYSE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE

Il est donc important de réaliser des analyses tout au long de l'utilisation du silo. (analyses sur maïs «conservé» ou «fermenté») pour prévoir la ration et même son ajustement au cours du cycle annuel et de la conservation du fourrage.

Certains critères sont quantifiés et d'autres résultent de formules établies après expérimentations et corrélations avec les critères chimiques :



CRITÈRES QUANTIFIÉS AU LABORATOIRE (ANALYSE CHIMIQUE OU INFRA-ROUGE)

Détermination	Rés/sec	Unité
Matière Sèche	34	%/Prod. Brut
Matières Minérales	3,7	%
Matières Azotées	8	%
Cellulose	21,1	%
Amidon	37,2	%
Calcium		g/kg MS
Phosphore		g/kg MS

Détermination	Rés/sec	Unité
NDF	42,7	%
ADF	22,7	%
ADL	2,2	%
DCs	67,4	%
Sucres Solubles	2,2	%
Sucres Totaux		g/kg MS

CRITÈRES CALCULÉS PAR LE LABORATOIRE :

Pour les fourrages, les valeurs UF et PDI sont prédites par le calcul.

Détermination	Rés/sec	Unité
UFL pred	0,91	UF/kg MS
UFV pred	0,8	UF/kg MS

Détermination	Rés/sec	Unité
PDIN pred	49	g/kg MS
PDIE pred	71	g/kg MS
PDIA pred	17	g/kg MS

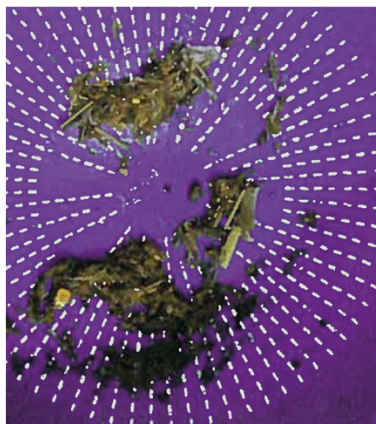
Détermination	Rés/sec	Unité
UEM pred	1,28	UE/kg MS
UEL pred	0,97	UE/kg MS
UEB pred	1,07	UE/kg MS
dMO	71,7	%

Les Unités d'encombrement (UE) :
représentent le temps de séjour dans le rumen.
Plus un fourrage est digestible ou chargé en amidon, moins il est encombrant.

Mais dans la pratique, on voit souvent des maïs (*ou des rations*) qui, malgré des valeurs UF équivalentes vont avoir des valorisations différentes, autrement dit des **efficacités alimentaires** différentes. Ceci se mesure par la production mais aussi par l'observation des bouses.



MESURE DE L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE PAR TAMISAGE DE BOUSES



Cette observation est symptomatique du **bon fonctionnement de la ration et de l'état de santé de l'animal** :

grains mal dégradés (*parfois mal éclatés*), fibres non digérées... envoient des signaux multiples qu'il faut analyser mais sont souvent dus au départ à une ration mal adaptée ou à des process de récolte négligés. (*voir Livret N°1*).

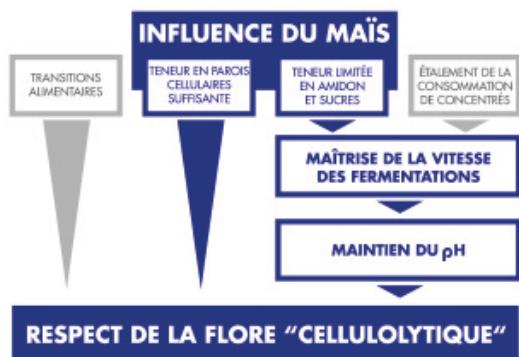


+10 % d'efficacité alimentaire

+7 000/an pour un troupeau de 400 000 litres

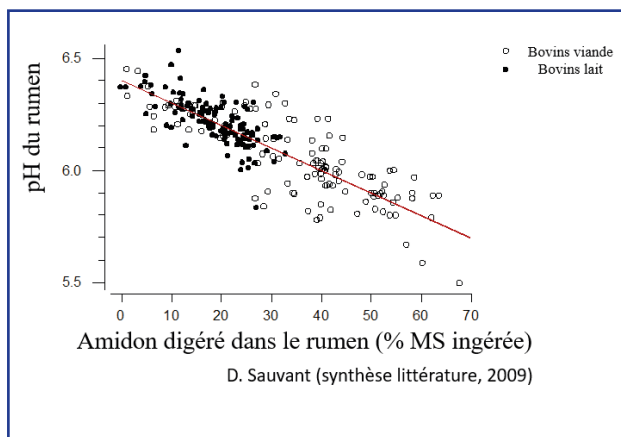
L'IMPORTANCE DU CHOIX DU MAÏS FOURRAGE

LE MAÏS UN IMPACT MAJEUR SUR L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE



Si **l'amidon est un élément énergétique** bien assimilable et **digestible à quasiment 100 %**, il est souvent la cause, par excès dans la ration complète, d'une baisse d'efficacité alimentaire par **acidose ou sub-acidose chronique**, par une baisse trop importante du pH du rumen (Fig 1).

FIG 1 : INFLUENCE DE L'AMIDON SUR LE pH RUMINAL



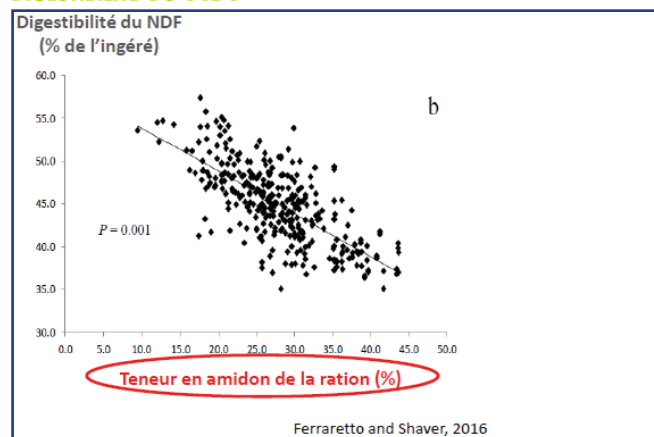
IL N'Y A PAS UN, MAIS « DES » MAÏS FOURRAGES

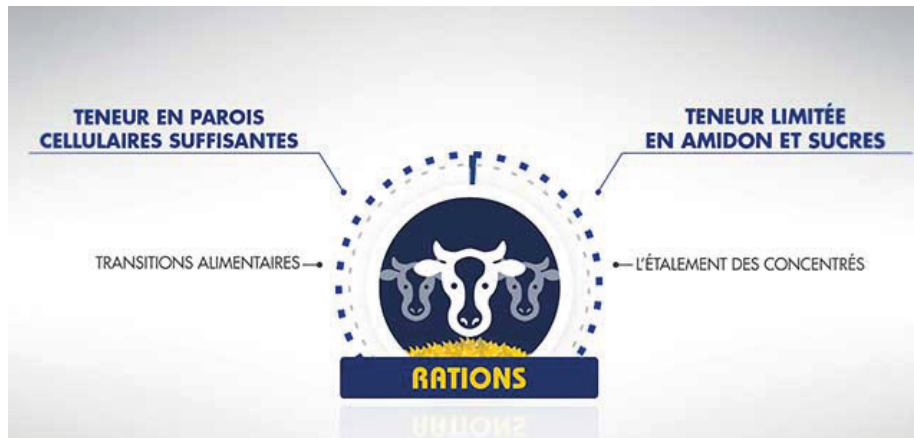
Nous avons vu l'importance de **l'équilibre de la ration** pour favoriser les fermentations ruminales. Le maïs va donc, surtout s'il est majoritaire à l'auge, avoir une grande importance dans l'efficacité alimentaire.

Il est donc important de s'intéresser à sa composition et à la manière dont est construite sa valeur énergétique.

La teneur en amidon de la ration jouera également sur la digestibilité du NDF dans le rumen, par un déséquilibre de la flore ruminale (Fig 2)

FIG 2 : INFLUENCE DE LA TENEUR EN AMIDON SUR LA DIGESTIBILITÉ DU NDF





On s'intéressera donc en premier lieu à **la teneur en amidon dégradable dans la ration, pour respecter les recommandations pour la vache laitière :**

Il est primordial de respecter **l'équilibre amidon/fibres** dans la ration des vaches laitières, notamment en début de lactation où les besoins énergétiques de la vache sont importants *(la vache aura tendance à privilégier les fractions les plus énergétiques, augmentant ainsi les risques d'acidose).*

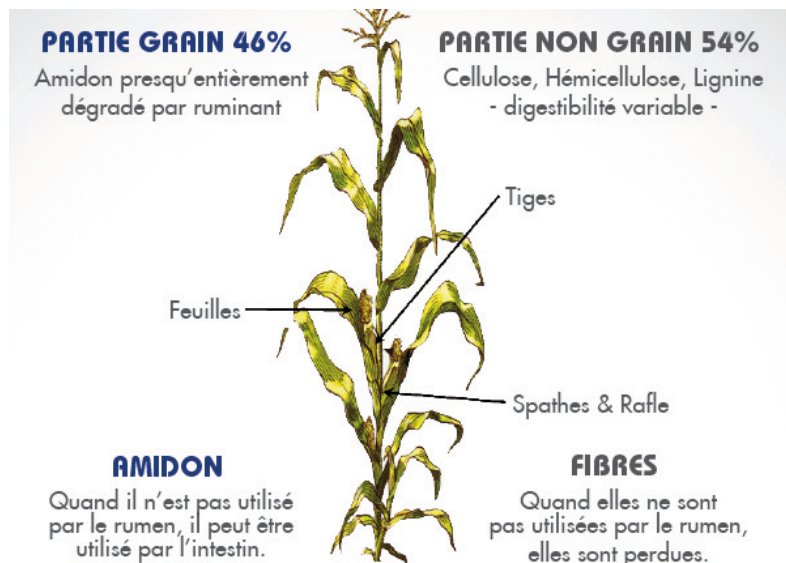
MAXIMUM 20 %
d'**AMIDON**
dégradable dans
le rumen

-> La dégradabilité ruminale de l'amidon au stade fourrage (32% MS Plante entière) est de l'ordre de 70% à 80 %

NOTE

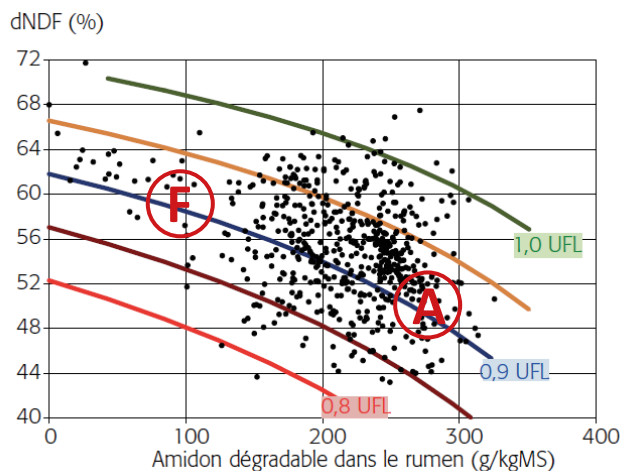
Le retournement de caillette est un accident fréquent en début de lactation et est souvent lié à un manque de fibres dans la ration ou à un apport trop important ou brutal de concentrés.

LES DIFFÉRENTS PROFILS VARIÉTAUX EN MAÏS FOURRAGE



La première différence va porter sur la proportion **des parties grain (amidon) et non-grain (fibres)**, l'équilibre entre celles-ci conditionnera **l'efficacité et la sécurité** de la ration.

On peut constater dans le graphe ci-dessous, qu'**il est possible d'obtenir la même énergie (UFL) de différentes manières :**



- Une forte teneur en amidon et une digestibilité tiges-feuilles « moyenne », **maïs de type « Amidon » (A)**
- Une teneur en amidon raisonnable et une excellente digestibilité (représentée par Dinag, DMO_{Na} ou dNDF), maïs qualifiés de **type « Fibres » (F)**



Source : Analyses laboratoire Germ Services-Arvalis

Mais il existe aussi **une variabilité dans la digestibilité des fibres de la plante** liée en grande partie à leur composition et leur structure :

REPRÉSENTATION DE L'ACCESSIBILITÉ DES MICRO-ORGANISMES À LA CELLULOSE DANS LES TIGES



La quantité de lignine va être importante, mais aussi la façon dont elle est disposée, rendant plus ou moins accessibles les **celluloses digestibles** qui seront donc mieux digérées dans le maïs B.

Le groupe LIMAGRAIN en développant une sélection spécifique maïs fourrage s'est très tôt intéressé à la digestibilité de la partie tiges-feuilles et est toujours leader sur ce critère.

Dans une même série de précocité testée sur les mêmes lieux (ex. réseau post-inscription série précoces S1 – VPI Arvalis-UFS 2018) la variabilité est de :

- **5 points de dNDF** (de 49 à 54 %)
- **7 points de teneur en amidon dégradable** (de 22 à 29 %)

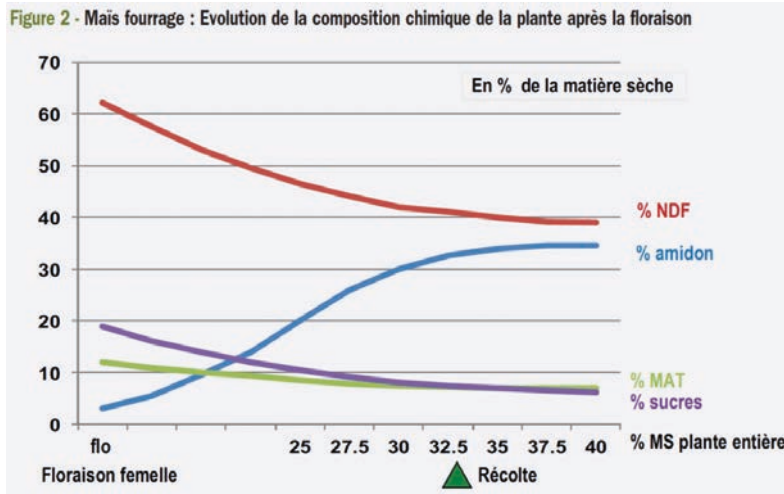
+ 0.1 de dNDF entraîne une augmentation de production laitière de 0.82 kg de lait/vache/jour



Source : M.Kramer-Schmid & al. 2016

La composition d'un maïs fourrage va varier en fonction de plusieurs critères plus ou moins maîtrisables par l'éleveur :

- **LE PROFIL VARIÉTAL**
- **LE STADE DE RÉCOLTE**
- **L'ANNÉE CLIMATIQUE (ET LA RÉGION)**



Source : Arvalis

Le profil variétal est le plus facile à maîtriser pour l'éleveur et son conseiller. L'éleveur adapte ainsi le choix de la variété de maïs à la ration d'hiver habituellement pratiquée.

$$\text{Amidon dégradable (\%)} = ((\text{Quantité maïs ingérée} \times \% \text{ amidon} + \text{Amidon ajouté}) \times \text{dégradabilité}) / \text{MS totale ingérée}$$

Si besoin, il est même préférable de réaliser 2 silos de profils différents pour s'adapter à une éventuelle variation saisonnière de l'alimentation.

A NOTER

- La dégradabilité moyenne de l'amidon du maïs au stade fourrage est de l'ordre de 70 % à 80 % (à 32%MS Plante entière)
- Plus l'amidon est dégradable dans le rumen, plus il sera acidogène, cet effet se cumulant avec la quantité ingérée.

QUEL MAÏS POUR QUELLE RATION ?

Les variétés sont classées selon **2 critères objectifs : taux d'amidon et qualité de fibre** (DINAG, DMO_{Na} ou dNDF).

On obtient ainsi 3 grandes catégories :

FIBRES

EQUILIBRÉ

AMIDON

Le tableau ci-dessous représente **le risque acidogène** pour quelques grands types de rations et selon le profil variétal utilisé :

Quel profil de maïs pour quel type de ration ?							
4 exemples de ration				4 profils de MAÏS à 0.90 UFL			
(en kg de M.S.)				Intermédiaire =			
Maïs fourrage +		autre fourrage	+ Concentrés	Fibres	EQUILIBRÉ	AMIDON	AMIDON très farineux
				28 % amidon dNDF : 52%	32 % amidon dNDF : 50%	36 % amidon dNDF : 48%	36 % amidon DINAG : 48
18.5	0.5 kg		+ tourteau				
15	3.5 kg		+ tourteau				
	1 kg						
14.0	3.5 kg		1.5 kg  + tourteau				
10.5	7 kg		+ tourteau				

DINAG : Degré de digestibilité de la paille non amidon, non gélifiée (c'est-à-dire de digestibilité des fibres de paille). Source : d'après Article et Mémoire FEMAD dans Perspectives Agricoles, mai 2017

A RETENIR

- Les profils «FIBRES» ne présentent jamais de risque acidogène (on peut toujours compléter avec du maïs grain ou du blé pour ajuster la teneur en amidon en fonction du besoin)
- Plus la part de maïs est importante, plus il est sécurisant de choisir ce profil



Depuis plusieurs années, ADVANTA® segmente sa gamme sur ces critères et est capable de vous donner le profil et le meilleur positionnement de ses hybrides en fonction du type de ration pratiqué par l'éleveur.

RATIONS		
Dominante maïs	Equilibrée maïs-fibres	Dominante fourragères
• Recherche digestibilité des fibres • Sans excès d'amidon, gérer le risque acidose	• Recherche énergie équilibrée • Bonne digestibilité sans excès d'amidon	• Recherche concentration UFL • Amidon non limitant
PROFIL MAÏS		
Fibres dont 	Equilibre	Amidon





AUTRES FORMES DE RÉCOLTE DU MAÏS POUR LES RUMINANTS



AUTRES FORMES DE RÉCOLTE DU MAÏS POUR LES RUMINANTS

D'après Arvalis, Le maïs sous toutes ses formes pour l'alimentation des bovins - Editions 2016

Le maïs peut être récolté sous d'autres formes pour répondre aux besoins et objectifs différents des exploitations, en fonction du type d'animaux et du schéma d'alimentation choisi.

► MAÏS FOURRAGE « COUPE HAUTE »

A la récolte, on peut relever la hauteur de coupe jusqu'à 60 cm, le but étant de concentrer le fourrage en amidon et en énergie et baisser la teneur en fibres indigestibles plus concentrées dans le bas de la plante.

La valeur énergétique augmentée permet de baisser l'ajout de concentré énergétique, ce qui peut être intéressant dans des rations avec une forte quantité d'herbe.

Récolte et conservation sont identiques à une récolte classique, stockage en silo couloir ou taupinière.

Valeur UF/kg (pour 55cm)	Avantages	Inconvénients
+ 0,04 UFL ou UFV à 55cm	Concentration énergétique	Perte de rendement (350kg MS/ha/10cm de hauteur de coupe)
+ 3,1 % amidon		
- 2,6% NDF		

ENSILAGE D'ÉPIS ENTIERS (OU MAÏS ÉPIS)

Il s'agit ici de récolter l'épi entier (grains + rafle + spathes), avec une ensileuse équipée de becs cueilleurs de moissonneuse ou avec un corn-picker (cueilleur d'épis) et broyage à poste fixe à la ferme.

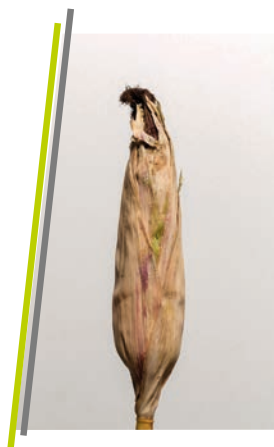
La conservation se fait généralement en silo couloir ou boudin. Il existe également des balles rondes de stockage de 1 T environ mais ce stockage nécessite un équipement spécifique.

Le stade de récolte se situe entre 35 et 40% d'humidité du grain, soit souvent 10 à 15 jours après la récolte en fourrage et avant une récolte en MGH.

L'utilisation se fait en **complément de la ration** des vaches laitières à raison de 2 à 6 kg/jour (*dans la limite de la teneur maxi en amidon de la ration*), permet d'augmenter l'apport de fibres (*luzerne ou herbe*) et augmente l'autonomie fourragère de l'exploitation.

On peut également l'utiliser en engraissement de jeunes bovins avec une distribution à volonté (*9kg/jour env.*) ou chez les caprins.

Valeur UF/kg	Avantages	Inconvénients
1,08 UFL; 1,05 UFV/kg MS	Concentration énergétique élevée Teneur en cellulose	Perte de rendement tiges-feuilles Stockage dédié
60 à 65 % amidon		
25 à 30 % NDF		
8 à 10 % Cellulose brute		



MAÏS GRAIN HUMIDE ENTIER INERTÉ OU BROYÉ

Le maïs grain humide peut être utilisé chez les ruminants (bovins ou caprins) en complément d'une ration à base d'herbe ou luzerne ou pour compléter un maïs pauvre en amidon.

La récolte se fait à la moissonneuse-batteuse entre 26 et 35% d'humidité voire 38% et sa conservation ne nécessite pas de séchage, avec deux options :

- **Inerté (MGHI)** : le grain est stocké entier et hors d'air (inertage) en silo clos, big-bag ou silo tour.
- **Ensilé (MGHE)** : le grain est broyé à la récolte et mis en silo. Cette méthode est très utilisée par les producteurs de porcs.

On veillera tout particulièrement à la qualité du battage et à la qualité sanitaire des grains récoltés, en évitant les grains fusariés ou cassés.

En complément pour les bovins, il peut être distribué entier (si >35% H₂O), aplati ou broyé, et aura une dégradabilité moins rapide que les autres céréales (blé ou orge)

Valeur UF/kg	Avantages	Vigilance
1,22 UFL; 1,23 UFV/kg MS	Concentration énergétique élevée Pas de frais de séchage	Stockage dédié Récolte soignée Surveiller teneur en amidon de la ration pour VL et chèvres
75 % amidon		
8,5 à 9 % MAT		
2,5 % Cellulose Brute		



MAÏS GRAIN-RAFLES (MGR)

Lors de la récolte en maïs grain, il est possible d'adapter le réglage de la moissonneuse-batteuse pour récolter une partie plus ou moins importante de rafles.

Cette technique est plus répandue dans les pays nordiques (Bénélux, Allemagne : Corn Cob Mix ou CCM) car elle permet de récolter plus facilement quand les humidités sont élevées.

Sans équipement spécifique il est possible de récolter jusqu'à 20 à 30% des rafles avec des réglages adaptés (voir fiches constructeurs), mais il existe des équipements qui permettent de récolter la majorité des rafles.

La suite du chantier est proche de celui du MGHE.

Valeur UF/kg	Avantages	Vigilance
1,22 UFL; 1,11 UFV/kg MS	Concentration énergétique élevée Economie de séchage Teneur en cellulose > MGH	Stockage dédié Récolte soignée et tassement du silo
61 % amidon		
8,5 % MAT		
5,5 à 7 % Cellulose Brute (Selon taux de rafle récolté)		



VALEURS MOYENNES POUR L'ALIMENTATION ANIMALE DE DIFFÉRENTES FORMES POSSIBLES DE MAÏS

	% MS	% Amidon	MAT (%MS)	Cellulose brute %	Matières grasses %	Parois (NDF)	UFL/kg MS	UFV/kg MS	PDIN (g/kg)	PDIE (g/kg)	Remarques
Ensilage plante entière	30-35	32	7	21		44	0,91	0,81	42	65	1 UEL
Ensilage coupe haute (55cm)	33	35	7,3			41,5	0,95	0,85	44	66	
MGH Ensilé	62-68	75	8,5-9	2,5	4,2		1,22	1,23	63	86	
MGH Inerté	65-74	75	8,4-9	2,5	4,2		1,22	1,23	63	80	
Maïs grain + rafles (MGH)	60-65	61,6	8,6	6,5			1,12	1,11	58	82	
Ensilage épis entiers	50-60	60-65	8-8,5	8-10		25-30	1,08	1,05	61	52	
Maïs grain sec	85	75	8,5-9	2,5	4-4,3		1,22	1,23	74	97	
Maïs PE déshydraté	90	32	7	21			0,91	0,81	45	81	
Maïs PE en vert	18-30	0-35	8				0,85-0,9	0,75-0,8	53	64	
Tiges de maïs (après récolte grain)	25-32	0	7	34		66	0,61	0,51	38	46	Faible VA
Rafles de maïs	> 90	0	4-5	30-40		80-88	0,6	0,51	31	63	Faible coût
Tourteaux de germes de maïs	86-95	12-33	12-27	5-9	5-20	25-45	0,9-1,15	0,9-1,15	100-200	80-160	
Drèches de production d'éthanol	88	11	28	7		31	1,1	1,07	20,5	175	
Corn Gluten Feed	88	18	19	7		34	1,06	1,03	144	115	
Tourteaux de maïs de semoulerie	89	36-40	13-15	6		28-31	1,19	1,18	100	94	
Co-produits de conserverie maïs doux	25	8-10	8	30		60	0,92	0,8	47	66	8-10% sucres solubles



BIBLIOGRAPHIE

- SCEES-Agreste
Données de surfaces
- France Agrimer
Données de production laitière
- Roger WOLTER
Alimentation de la vache laitière – Editions France Agricole 1997
- Arvalis
Maïs fourrage : Objectif qualité, du champ à l'auge 2018
- Alexis FERARD
Article Perspectives Agricoles : « Quoi de neuf dans la prévision de la valeur énergétique du maïs fourrage ? » Mars 2017
- Arvalis
Le maïs sous toutes ses formes pour l'alimentation des bovins – Editions 2016
- IDELE - Institut de l'élevage
Observatoire de l'alimentation des chèvres laitières françaises 2016
- Dominique SOLTNER
Alimentation des animaux domestiques – Collection Sciences et techniques agricoles Tome 2 - 2001





DÉDIÉ AUX VACHES BIEN ÉLEVÉES

MAÏS FOURRAGE



BÉNÉFICIEZ

du savoir-faire
de nos équipes de Recherche

GAGNEZ

en compétitivité économique

GARANTISSEZ

à vos troupeaux un fourrage
haut de gamme



GÉNÉTIQUEMENT PROCHE DE VOUS



www.advantaseeds.fr



@advantaFR

