



■ VALEUR ALIMENTAIRE

Des composantes calculées à l'aide d'équations de prévision régulièrement mises à jour.

■ DIGESTIBILITÉ

Proportion d'un constituant qui disparaît au cours du transit dans l'ensemble du tube digestif.

■ COÛT DE PRODUCTION

Le coût alimentaire représente en moyenne 20 à 30 % des charges du coût de production complet.

MAÏS FOURRAGE



Le maïs fourrage entre dans près de 70 % des rations hivernales des vaches laitières et en constitue l'apport énergétique principal.

ALIMENTATION DES BOVINS

BÂTIR UNE RATION équilibrée

L'ensilage de maïs est l'un des principaux fourrages de l'alimentation des ruminants. Sa teneur en amidon, sa fibrosité ainsi que sa densité énergétique et protéique déterminent son niveau d'incorporation optimal dans les rations.

Les caractéristiques de nombreux fourrages et aliments concentrés rendent difficile d'équilibrer au plus juste les rations lorsqu'ils sont distribués en aliment unique. Ainsi le maïs fourrage - déficitaire en protéines, en minéraux et en vitamines - n'est jamais distribué seul à des vaches laitières (figure 1). Pour être bien valorisé, il doit

donc, au minimum, être associé à un correcteur azoté, minéral et vitaminique.

Pour les vaches laitières, la détermination rapide des besoins de correcteur selon le niveau de production des animaux peut être réalisée en utilisant

« **L'avancée en maturité** et, dans une moindre mesure, les différences génétiques entre les hybrides expliquent la variabilité de digestibilité des fibres NDF. »

deux ratios. Le ratio PDIE/UFL renseigne sur l'équilibre énergie-azote du fourrage, en prenant la valeur PDIE en référence car c'est souvent celle-ci qui est limitante dans les rations des vaches laitières. Le ratio UFL/UFL évalue la densité énergétique de la ration. Il indique le potentiel d'apport

d'énergie au regard d'une quantité ingestible (via son encombrement dans le rumen) qui

est, de toute façon, plafonnée pour une vache laitière - autour de 18-20 UEL par jour pour une vache produisant 30 kg/j de lait. La densité protéique visée se situe ainsi autour de 100 g de gPDI/UFL. Il est conseillé d'atteindre

plutôt 105 g PDI/UFL lorsque les animaux ont des niveaux de production supérieurs à 35 kg de lait par jour.

Tenir compte du coût de production mais pas uniquement

Que ce soit en production laitière ou en engraissement, le coût alimentaire (concentrés + fourrages, hors frais de mécanisation) représente en moyenne 20 à 30 % des charges du coût de production complet. En production laitière, ce coût se situe entre 105 et 130 €/1 000 litres.

Dans une ration laitière, le maïs fourrage représente de 0 à 65 % du coût complet de la ration (y compris les frais de mécanisation) selon sa proportion massique dans la ration (de 0 à 80 %). Pour tous les fourrages autoproduits et stockés, le poste mécanisation occupe une place prépondérante dans les charges de production : de 30 % pour le maïs fourrage à 60 % pour les enrubans de graminées ou légumineuses.

Afin de déterminer la ration optimale d'un point de vue économique, l'analyse doit se faire à l'échelle de la ration, voire du système de production (impact sur l'assolement et sur les autres ateliers de l'exploitation). Avec un coût de production parmi les plus faibles (figure 2) au sein des fourrages conservés, le maïs fourrage est un aliment de base intéressant. Sa proportion dans la ration devra être examinée en fonction du prix des tourteaux, du prix des céréales et du potentiel de production à la fois en maïs, céréales, herbe et/ou luzerne.

Analyser la valeur alimentaire d'un fourrage

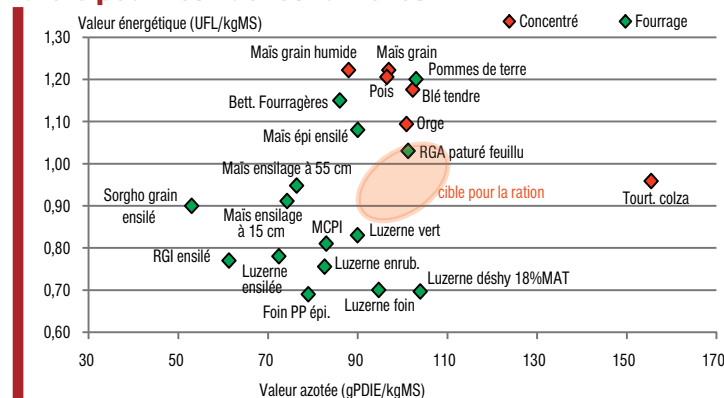
L'analyse de laboratoire caractérise finement la composition biochimique d'un aliment - cellulose brute, fibres NDF, ADF et ADL, amidon, glucides solubles, matières azotées totales (MAT), matières minérales - ainsi que sa digestibilité enzymatique (DCS, par la méthode « Aufrère »). Ces informations servent à calculer de manière précise les composantes de la valeur alimentaire de l'aliment (UF, PDI, UE) en utilisant les équations de prévision régulièrement mises à jour du système Inra (voir Zoom). Afin de réduire les coûts d'analyse, il existe aujourd'hui des outils de mesures rapides, utilisés en routine dans les fermes, basés sur le proche infrarouge, tel AgriNIR. En plus de la matière sèche, une dizaine de critères nutritionnels sont ainsi rapidement disponibles pour construire des rations équilibrées.

Équilibrer les teneurs en amidon et en fibres

Les grains sont riches en amidon, source d'énergie pour les animaux. Le maïs fourrage contient aussi des fibres ; celles dites « digestibles » participent aussi à l'apport énergétique, tandis que les fibres indigestibles servent à réguler l'ingestion. Plus la ration est fibreuse, meilleure est la qualité de digestion du fourrage, mais moins la vache consomme de matière sèche et d'énergie. La teneur en fibres indigestibles est donc un critère de « pilotage » de l'ingestion.

Le maïs, bien pourvu en énergie, convient bien aux vaches à condition que l'amidon apporté ne perturbe pas la digestion. Une teneur en amidon comprise entre 22 et 25 % dans la ration des vaches laitières garantit à la fois une bonne ingestion et une bonne digestion ; ce seuil correspond à 19-22 % d'amidon dégradable dans le rumen. Pour une ration à 25 % d'amidon, en revanche,

MAÏS FOURRAGE ENSILÉ : une valeur azotée un peu faible pour les vaches laitières



(*) MCPI : mélange céréales protéagineux ensilé immature.
La luzerne est récoltée au stade début bourgeonnement

Figure 1: Valeur énergétique et azotée des principaux fourrages et aliments concentrés pour les vaches laitières.

La bonne digestibilité des fibres NDF est essentielle pour stimuler l'ingestion et la production laitière.

si l'ingestion augmente, la vitesse de transit progresse également : une partie de l'énergie est alors mal digérée et non valorisée (jusqu'à 1 UFL/j perdue en début de lactation). Dans une ration à 28 % d'amidon, la perte atteint 2 UFL et les signes d'acidose se multiplient.

Des rations riches en énergie pour les jeunes bovins

L'ensilage de maïs associé à un correcteur azoté a été la base du développement de l'engraissement des jeunes bovins depuis des décennies. Les rations d'engraissement à base de maïs ont incorporé de plus en plus de concentrés énergétiques (céréales aplaties, inertées...). Les rations souvent préconisées aujourd'hui comprennent du maïs fourrage à volonté et 4 à 5 kg de concentrés. La vitesse de croissance moyenne sur la période

« L'équilibre entre les fibres

NDF et l'amidon est essentiel pour préserver le bon fonctionnement du rumen. »

d'engraissement d'animaux de race à viande varie proportionnellement à la densité énergétique des rations ; par exemple 1 UFV par kg de matière sèche correspond à une vitesse de croissance comprise entre 1500 et 1600 g de poids vif par jour pour des Charolais. La prise de poids s'améliore aussi avec la densité énergétique. Cependant, au-delà de 38 % d'amidon dans la ration d'engraissement, la détérioration due à l'excès d'amidon contrecarre cette amélioration. Dans une ration sèche à base de céréales, la mise à disposition

MAÏS FOURRAGE : un coût de production parmi les plus faibles

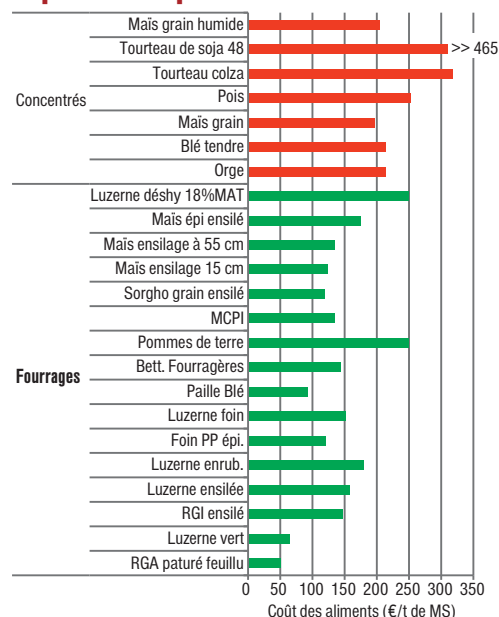


Figure 2: Coût des fourrages et concentrés pour l'alimentation des animaux (€/MS) stockés en silo (ensilages), cellule (concentrés) ou hangar (fourrages secs).

de paille de bonne qualité permet aux animaux de se réguler par eux-mêmes ; ils consomment ainsi jusqu'à 1,5 kg de paille par jour.

Au moins 32 % de fibres NDF dans la ration des vaches laitières

Les fourrages apportent des particules plus longues que les autres aliments. Elles retiennent dans le rumen les particules plus fines un peu plus longtemps, ce qui augmente la digestibilité totale de la ration. Toutefois les fourrages riches en fibres NDF⁽¹⁾, notamment ceux ayant une digestibilité de NDF



© A. Féard - ARVALIS-Institut du végétal

L'estimation de la quantité d'amidon dégradable prend mieux en compte le stade de récolte du maïs et les types d'aliments de la ration.

ZOOM

DES RÉFÉRENCES en cours de révision

Le système d'unités d'alimentation actuel (UF, PDI, UE) repose sur des références établies par l'Inra. Il sera prochainement revu pour apporter davantage de précision.

Les apports alimentaires doivent assurer la couverture des besoins d'entretien et de production des animaux. Ces besoins dépendent du type de production (lait ou viande), du poids vif, du stade physiologique ou encore du niveau de production attendu. Besoins et apports alimentaires sont exprimés dans les mêmes unités, définies par le système d'alimentation Inra (UF, PDI) ; cette méthode dresse facilement des bilans sur quatre critères principaux.

L'énergie est exprimée en unités fourragère (UF) pour les animaux laitiers ou viande : 1 UF correspond à l'énergie nette (énergie réellement disponible pour l'animal) d'un kilogramme brut d'orge pour les femelles laitières ou à l'entretien (UFL) et les animaux à forte croissance (UFV).

La digestibilité, un facteur clef

Les protéines, mesurées en grammes de protéines digestibles dans l'intestin (PDI), combinent l'apport par l'alimentation et l'apport par les micro-organismes présents dans le rumen. La valeur PDIN correspond à une quantité (en grammes) de protéines digestibles au niveau de l'intestin lorsque l'azote est limitant dans le rumen, la valeur PDIE étant l'équivalent lorsque l'énergie est limitante dans le rumen. La valeur PDI d'un aliment sera la valeur minimale entre ses deux valeurs PDIN et PDIE, selon le principe du facteur limitant.

La valeur d'encombrement d'un aliment, exprimée en unités d'encombrement lait (UEL) ou viande (UEB), correspond à son aptitude à être ingéré par le ruminant. 1 UEL correspond à l'encombrement pris dans le rumen par 1 kg de matière sèche de ray-grass anglais pâturé au stade jeune.

À cela s'ajoutent les teneurs et besoins en **minéraux majeurs**. Les valeurs alimentaires (UF, UE, PDI, minéraux majeurs) de référence des fourrages et des « concentrés » (très riches en énergie ou en azote et pauvres en fibres végétales) sont fournies par les tables Inra (1400 références datant de 2007) selon l'espèce, le stade de récolte, le mode de conservation, etc. Les apports d'une ration sont calculés en effectuant la somme des quantités de chaque aliment entrant dans la ration multipliées par leur valeur UF propre. Le même calcul est réalisé pour les PDI, les UE et les minéraux.

Une révision des systèmes d'unités d'alimentation Inra (UF, PDI, UE) sera proposée courant 2017. Dans le nouveau système, les valeurs des aliments, actuellement fixes, dépendront du type et de la quantité des autres aliments qui composent la ration.



Des chercheurs danois ont montré qu'une augmentation de 10 points de la digestibilité du NDF du maïs accroissait la production laitière de 0,82 kg de lait par jour et la reprise de poids de 0,12 kg/j.

basse, limitent l'ingestion de la ration et donc les performances. Un optimum est donc à rechercher. Les recommandations américaines indiquent une teneur minimale de NDF dans la ration des vaches laitières hautes productrices de 32 %, dont au moins 70 % provenant de la part fourrage de la ration.

L'avancée en maturité du maïs fourrage diminue la digestibilité ruminale de l'amidon et la digestibilité des tiges et feuilles, donc des fibres NDF. Une bonne digestibilité des fibres NDF est cependant essentielle pour stimuler l'ingestion et la production laitière. Afin de ne pas dégrader les performances de production zootechniques, il est conseillé de récolter le maïs fourrage au stade 32-33 % (pas plus !) de matière sèche sur la plante entière.

Les différences génétiques entre les hybrides de maïs commercialisés expliquent aussi, dans une moindre mesure, une part de la variabilité de digestibilité des fibres NDF. Par ailleurs, la quantité de NDF indigestibles influence l'ingestion et la qualité de la digestion, notamment en jouant sur la vitesse du transit digestif et sur la rumination.

(1) NDF (Neutral Detergent Fiber) : Mesure des fibres insolubles totales contenues dans un aliment destiné aux animaux (cellulose, hémicellulose, lignine).

Alexis Féraud - a.feraud@arvalisinstitutduvegetal.fr
Yannick Carel - y.carel@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS-Institut du végétal