

I. Les aliments

Les aliments sont constitués d'eau et de matière sèche (MS) qui contient de la matière organique (MO) et des matières minérales (MM).

Les fourrages sont constitués de l'appareil aérien des plantes fourragères. Ils représentent en France la base de l'alimentation des ruminants.

- fourrages verts (feuilles et tiges de graminées et de légumineuses), contenant 15 à 30 % de MS
- ensilages issus d'une conservation par voie humide fermentaire, contenant 15 à 40 % de MS
- foin résultant d'une déshydratation naturelle éventuellement favorisée par la ventilation en grange, contenant 85 à 90 % de MS
- fourrages déshydratés (principalement luzerne et pulpes de betteraves) contenant 90 à 95 % de MS.

La qualité d'un fourrage dépend de l'importance de ses constituants intéressants (feuilles, graines) et du degré de lignification des tissus. L'âge ou le stade de récolte sont les principaux facteurs de variation de la valeur alimentaire de la plante. D'autres facteurs sont également à considérer (conditions de récolte...)

Les aliments concentrés sont caractérisés par une teneur élevée de leur MS en énergie et en MA pour certains. Les céréales et leurs coproduits sont riches en énergie. Leur MA ne représente qu'environ 10 % de la MS et est pauvre en acides aminés, notamment en lys. Les graines de protéagineux (pois, féverole...) sont riches en MA. Les graines des oléagineux (soja, colza...) sont à la fois riches en MG et MA. Les tourteaux sont des coproduits provenant de l'extraction de l'huile des graines ou fruits oléoprotéagineux.

Les coproduits issus des industries agroalimentaires sont très diversifiés. Leurs caractéristiques dépendent de la matière première d'origine et du traitement technologique subi.

II. L'utilisation des aliments

La digestibilité apparente d'un aliment est la proportion de sa MO qui disparaît apparemment dans le tube digestif. La digestibilité de la MO des aliments diminue quand leur teneur en paroi augmente. Prévoir la digestibilité des aliments revient à prévoir leur teneur en parois indigestibles. La digestibilité des concentrés est globalement supérieure à celle des fourrages. La digestibilité dépend de l'animal et de l'aliment.

III. La nutrition & l'alimentation énergétiques

La valeur énergétique d'un aliment peut être estimée :

- en EB, déterminée par combustion de l'aliment ou à partir de sa composition chimique
- en ED = EB - EF
- en EM = ED - EG - EU
- en EN = EM - C

L'EN est utilisée pour couvrir les besoins d'entretien et de production. Le rendement $k = EN / EM$ est le rendement de la transformation de l'EM en EN. Il dépend des caractéristiques de l'aliment et de la fonction considérée.

L'étape ultime de la transformation d'un aliment par l'animal constitue le niveau le plus pertinent pour estimer sa valeur énergétique. Il est donc souhaitable de toujours exprimer les besoins des animaux et les apports des aliments en EN. Cependant, les variations du rendement k selon la fonction physiologique considérée ne permettent pas de conserver une seule valeur d'évaluation.

Chez les ruminants, le système UFL-UFV distingue 2 types de situations :

- le système « lait » : femelles en lactation, gestantes ou tarées, femelles d'élevage, animaux à l'entretien et animaux à croissance modérée.
- le système « viande » : animaux à croissance élevée (GMQ > 1000 g pour les bovins)

L'unité retenue est l'UF, soit l'EN d'1 kg d'orge de référence. Chaque aliment a 2 valeurs énergétiques, en UFL et en UFV, et les apports alimentaires recommandés sont donnés en UFL ou en UFV selon le type d'animal.

Chez les porcs, 2 unités en EN sont utilisées : animaux en croissance et truie, quel que soit leur stade physiologique.

On utilise l'EM chez les volailles et les veaux de boucherie et l'ED chez les lapins.

IV. La nutrition et l'alimentation azotées

La dépense azotée d'entretien correspond au renouvellement des cellules ; les dépenses de production (lactation, gestation, ponte, croissance...) dépendent de l'importance des productions et de la teneur en azote des produits.

Les acides aminés banals sont synthétisés dans l'organisme à partir d'autres acides par transamination. Ces réactions n'existent pas ou sont insuffisantes pour les acides aminés essentiels ou indispensables (lys, met, thr, try...). La protéosynthèse nécessite des acides aminés définis selon la protéine mais aussi de l'énergie.

Chez les monogastriques, la valeur azotée des aliments et les apports alimentaires recommandés sont exprimés en PB et aa digestibles chez le porc et en PB et aa essentiels chez les volailles. Pour couvrir les besoins azotés des monogastriques, les acides aminés essentiels et une certaine quantité de protéines couvrant les besoins en acides aminés banals sont nécessaires. La supplémentation consiste à couvrir les besoins en acides aminés indispensables avec des protéines naturelles et un ou plusieurs acides aminés de synthèse pour tendre vers la protéine idéale.

Les ruminants adultes ont les mêmes besoins azotés que les monogastriques ; cependant, les acides aminés absorbés au niveau de l'intestin grêle ont 2 origines : alimentaire ou microbienne. Les apports et les besoins sont exprimés en PDI, avec $PDI = PDIA + PDIM$.

La valeur PDI dépend de la disponibilité dans le rumen de 2 facteurs limitants principaux de la protéosynthèse : l'énergie fermentescible et les MAD. La teneur en PDIM d'un aliment est alors caractérisée par 2 valeurs : PDIME et PDIMN. Les aliments ont donc 2 valeurs PDI :

$$PDIN = PDIA + PDIMN \quad \& \quad PDIE = PDIA + PDIME$$

Pour compléter le système PDI, la notion d'AADI a été mise en place chez la vache laitière pour répondre à ses besoins pour la synthèse des protéines du lait (lys et met digestibles en pourcentage des PDIE).

V. La consommation d'aliment

Chez les monogastriques, la concentration du sang en nutriments, notamment le glucose, est le principal facteur de régulation de l'ingestion des aliments. Chez les ruminants, le mécanisme de remplissage-vidange du rumen-réseau est primordial. Les fourrages sont d'autant plus consommés qu'ils sont moins encombrants.

Chez les monogastriques ; les quantités ingérées varient essentiellement avec la concentration énergétique des aliments. La température, le PV, le type génétique, le sexe et l'état sanitaire peuvent aussi intervenir. Selon la catégorie d'animaux, l'alimentation peut être distribuée à volonté ou rationnée. Dans une alimentation à volonté, les recommandations portent sur la concentration énergétique des aliments de la teneur en PB et acides aminés indispensables. L'alimentation rationnée consiste à limiter les quantités d'énergie ingérées, pour réduire l'engraissement ou les coûts d'alimentation.

Chez les ruminants, la quantité de fourrage ingérée dépend de la CI de l'animal et de l'ingestibilité du fourrage. La première varie généralement dans le même sens que les besoins énergétiques de l'animal. La seconde est corrélée à la digestibilité de l'aliment. La valeur d'encombrement d'un fourrage est l'inverse de son ingestibilité.

L'UE est l'encombrement d'1 kg de MS d'herbe jeune au pâturage (15 % MA et 25 % CB). La VEF d'un fourrage et la CI d'un animal sont exprimées en :

- UEM pour les ovins,
- UEL pour les vaches laitières et les caprins,
- UEB pour les bovins autres que les vaches laitières.

Pour une catégorie d'animaux, la MSVI d'un fourrage = CI / VEF

Par ailleurs, l'addition d'un concentré dans la ration de fourrage diminue la quantité de fourrage ingérée et augmente la quantité totale ingérée.

VI. La nutrition et l'alimentation minérales

Les éléments minéraux se classent en 2 groupes :

- les macroéléments ou éléments majeurs, présents en quantités relativement importantes dans l'organisme (Ca, P, Mg, K, Cl, Na, S)
- les oligoéléments ou éléments traces présents en très faibles quantités (Fe, Cu, Mn, Zn, Co, I, Se, Mo)

Les éléments minéraux ont des rôles multiples dans l'organisme :

- composition du squelette,
- fonctionnement cellulaire,
- constituants ou activateurs d'enzymes, d'hormones...

Le manque de minéraux conduit à diverses carences ou subcarences.

La couverture des apports alimentaires recommandés en éléments minéraux nécessite pratiquement toujours une complémentation minérale de la ration. Les apports recommandés en P ont été revus à la baisse pour diminuer les rejets.

Les teneurs en éléments minéraux des aliments sont très variables dans le cas des fourrages, plus stables pour les concentrés.

Le choix des matières premières minérales est délicat. Le problème du P est le plus important car il est l'élément minéral le plus coûteux. Pour les autres éléments minéraux, les principales sources utilisées sont les phosphates calciques et les carbonates de sodium pour le Ca, le NaCl et différents sels pour les oligoéléments.

VII. La nutrition & l'alimentation vitaminiques

Les vitamines sont des substances organiques indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, actives à faible dose et agissant spécifiquement. L'animal est généralement incapable de les synthétiser.

Les vitamines liposolubles comprennent principalement :

- le groupe A, nécessaire à la croissance et à la protection des tissus épithéliaux. Seuls les fourrages verts, certains foin et les ensilages de bonne qualité en apportent des quantités appréciables, la couverture des besoins au pâturage ne pose donc pas de problème. Les risques de carence existent dans tous les autres cas.
- Le groupe D, favorisant l'absorption du Ca et la fixation par l'os du P et du Ca. Les besoins sont couverts pour les animaux vivant en plein air, par synthèse de la vitamine D₃ au niveau de la peau. La plupart des aliments en sont quasiment dépourvus, la supplémentation est donc souvent obligatoire.
- Le groupe E, antioxydants biologiques. La supplémentation est le plus souvent nécessaire.
- La synthèse intestinale de vitamine K est abondante chez les mammifères.

Les vitamines hydrosolubles sont principalement représentées par le groupe B. Chez les ruminants et le cheval, les synthèses microbiennes du rumen et du caecum rendent les risques de carence très peu probables. Au contraire, chez les porcs et les volailles, des apports sont indispensables pour la plupart des vitamines de ce groupe.

VIII. La consommation d'eau

L'eau est le constituant le plus important de l'organisme. Ses rôles sont essentiels : transport d'aliments et de nutriments, participation aux réactions biochimiques et thermorégulation. Les dépenses concernent donc la digestion et le métabolisme, les productions et l'élimination de la chaleur.

L'eau apportée dans l'organisme provient de l'aliment, de l'eau de boisson et du métabolisme. La quantité d'eau consommée varie essentiellement avec la quantité de MSVI ; le PV, la température ambiante ou la production pouvant aussi intervenir. La distribution aux animaux d'une eau de qualité est essentielle.