



## Les protides



Par : [Dany Cing-Mars](#), agronome, Ph.D., Nutrition et alimentation  
Direction de l'innovation scientifique et technologique  
[Alain Fournier](#), agronome, M.Sc.  
Direction régionale du Centre-du-Québec  
MAPAQ, <http://www.agr.gouv.qc.ca/>  
Révisé le 8 mars 2004

Les protides et autres matières azotées que l'on retrouve dans l'alimentation des vaches laitières remplissent plusieurs fonctions essentielles. Elles constituent d'abord une source d'azote pour les micro-organismes du rumen qui transforment une partie de ces composés azotés en protéines microbiennes (MCP) lors de la fermentation des aliments dans le rumen. La fraction azotée qui est dégradée dans le rumen est appelée protéine dégradée dans le rumen (RDP). Par ailleurs, la portion des protéines alimentaires qui n'est pas dégradée dans le rumen est appelée, protéine non-dégradée dans le rumen (RUP). Les RUP se mélangent aux MCP et quittent le rumen pour se diriger vers l'intestin pour y être digérées et absorbées sous la forme d'acides aminés (a.a.) en grande partie. Les acides aminés libres qui représentent les nutriments dont l'animal a besoin sont absorbés et dirigés vers différentes voies métaboliques comme le système mammaire, les muscles, le foie, etc. Ils empruntent ensuite différentes voies de synthèse pour constituer divers types de protéines. Ils seront alors utilisés pour combler les besoins protéiques des fonctions vitales de l'animal, pour sa croissance musculaire, pour constituer la protéine du lait ou pour effectuer des fonctions plus spécifiques comme la reproduction, par exemple. Il existe un profil idéal d'a.a. pour chacune de ces fonctions. À titre d'exemple, pour la synthèse musculaire, certains a.a. sont requis plus que d'autres. On parle alors du concept d'acides aminés essentiels. Un acide aminé essentiel pour une certaine fonction métabolique est celui qui doit être présent en quantité suffisante dans la portion protéique qui se retrouve à l'intestin à la suite du processus de digestion du bovin. On le dit essentiel, car l'animal ne peut pas le synthétiser lui-même.

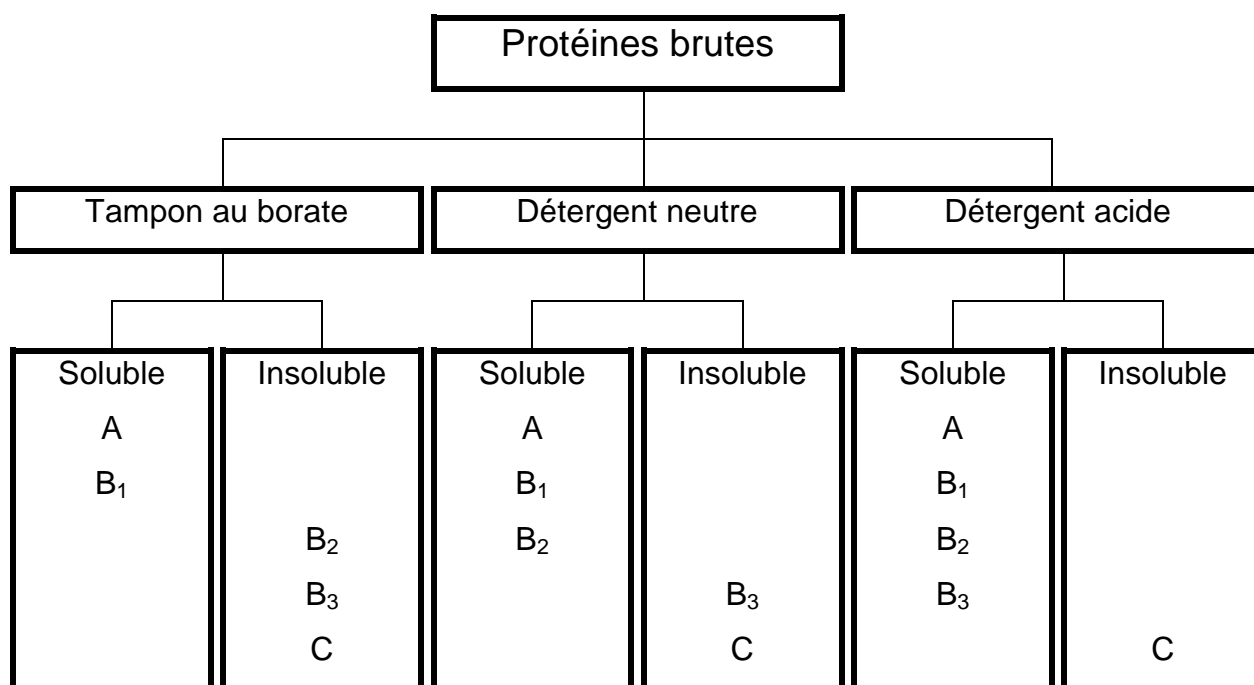
Les exigences nutritionnelles en matières azotées totales et en acides aminés essentiels varient selon la fonction physiologique qui prime comme par exemple l'entretien, la croissance, la viande, le lait, la reproduction. L'objectif de la nutrition protéique est de maximiser la production de protéines microbiennes par un apport adéquat de protéine dégradable tout en optimisant le profil d'acides aminés essentiels de la fraction non-dégradable au rumen pour que la combinaison des deux fractions corresponde au profil recherché par la fonction physiologique visée.

### **Systèmes d'évaluation de la qualité des protéines des aliments**

Il existe plusieurs façons d'évaluer la qualité des protéines ingérées par les bovins laitiers. Au Québec, nous utilisons largement le système des protéines absorbables, tel que développé et proposé par le NRC (1985). Cependant, avec la publication du plus récent

guide du NRC (2001), on tient compte non seulement de la dégradabilité et de la non-dégradabilité des protéines alimentaires dans le rumen, mais également de leur vitesse de dégradation ainsi que du taux de passage de l'aliment.

Plus précisément, les protéines brutes peuvent se diviser en 5 fractions selon leur degré et vitesse de solubilité (figure 1). La fraction A représente le pourcentage de protéines brutes qui est solubilisé instantanément au temps zéro dans le rumen. Sa vitesse ou taux de dégradation ( $K_d$ ), calculée en % par heure, est très grande. On assume souvent que le  $K_d$  de cette fraction tend vers l'infini. Chimiquement, cette fraction est soluble dans une solution de tampon au phosphate et au borate et ne précipite pas dans une solution d'acide trichloroacétique (TCA). On sait que le TCA dénature et précipite les protéines. Pour cette raison, la fraction est généralement considérée comme de l'azote non protéique (NPN).



**Figure 1.** Fractionnement des protéines alimentaires en fonction de leur réaction avec différentes solutions (Adapté de NRC 2001)

Il existe 3 fractions B, soit B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>. Elles se différencient par leur vitesse de dégradation ( $K_d$ ). La fraction B<sub>1</sub> se dégrade très rapidement dans le rumen. Son  $K_d$  varie entre 120 % et 400 % par heure. Chimiquement, elle se différencie de la fraction A du fait qu'elle précipite dans une solution de TCA.

La fraction B<sub>2</sub> se dégrade plus lentement dans le rumen. En fait, entre 3 % et 16 % de cette fraction se dégrade à chaque heure. Chimiquement, elle est soluble dans un détergent neutre, mais insoluble dans une solution tampon au phosphate-borate. Donc, on obtient cette fraction en soustrayant de la protéine brute, la fraction protéique soluble dans la solution de tampon au phosphate-borate (AB<sub>1</sub>) et la fraction protéique insoluble dans un détergent neutre (B<sub>3</sub>C).

La fraction B<sub>3</sub> demeure potentiellement dégradabile dans le rumen. Mais son taux de dégradation (K<sub>d</sub>) est si petit, soit entre 0,06 % et 0,55 % par heure, que la grande majorité de cette fraction n'a pas le temps de se dégrader et se retrouve dans le petit intestin. Elle est soluble dans un détergent acide, mais pas dans un détergent neutre (figure 1). On évalue cette fraction en soustrayant la fraction protéique insoluble dans un détergent neutre (B<sub>3</sub>C) de la fraction protéique insoluble dans un détergent acide (C).

Finalement, la fraction C est la fraction insoluble dans un détergent acide. On l'exprime souvent sous le terme ADF-N. Elle contient les protéines associées à la lignine, aux tannins ainsi que les protéines endommagées par la chaleur. Cette fraction ne se dégrade pas dans le rumen et demeure peu digestible dans l'intestin.

Mathématiquement, les protéines dégradables dans le rumen s'expriment de la façon suivante (NRC 2001; 1996) :

$$\begin{aligned} \text{RDP} &= A + B_1(K_d B_1 / (K_d B_1 + K_p)) + B_2(K_d B_2 / (K_d B_2 + K_p)) + B_3(K_d B_3 / (K_d B_3 + K_p)) \\ \text{RUP} &= B_1(K_p / (K_d B_1 + K_p)) + B_2(K_p / (K_d B_2 + K_p)) + B_3(K_p / (K_d B_3 + K_p)) + C \\ 100 &= \text{RDP} + \text{RUP} \end{aligned}$$

- Où :
- RDP = Protéines dégradées dans le rumen exprimées en % des protéines brutes
  - RUP = Protéines non dégradées dans le rumen exprimées en % des protéines brutes
  - K<sub>d</sub> = Vitesse ou taux de dégradation pour une fraction donnée exprimée en % par heure
  - K<sub>p</sub> = Taux de passage de l'aliment dans le rumen. On assume une valeur égale pour toutes les fractions, exprimé en % par heure

A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> et C = Différentes fractions discutées précédemment et exprimées en % de la protéine brute

Cependant, le NRC (2001) propose d'utiliser une méthode simplifiée pour déterminer les trois fractions (A, B et C) afin d'obtenir le niveau de protéines dégradées et non dégradées dans le rumen. Le procédé utilisé pour arriver à cette fin, est la méthode que l'on appelle *in situ* avec l'utilisation de sachets de dacron que l'on incube via une fistule ruminale dans le rumen d'un bovin. La fraction A est la partie protéique qui est solubilisée ou passe par les fines mèches du sachet lorsqu'il est incubé pour un temps très court. La fraction C est obtenue après une incubation suffisamment longue pour s'assurer que cette partie protéique ne sera pas dégradée dans le rumen. La fraction B, est la fraction restante suite à la soustraction des composantes A et C de la protéine totale. Elle sera composée d'une portion potentiellement dégradabile dans le rumen qui dépendra du taux de passage des aliments dans le rumen. On peut donc simplifier considérablement les deux équations précédentes avec l'utilisation des équations suivantes :

Équation 1 :  $\text{RDP} = A + B (K_d / (K_d + K_p))$

Équation 2 :  $\text{RUP} = B (K_p / (K_d + K_p)) + C$

Afin de faciliter les différents calculs, le NRC (2001) suggère également des équations de régression pour estimer le taux de passage  $K_p$  selon différents types d'aliments. Sur cette base, on rapporte l'équation pour les pâturages et les ensilages :

$$\text{Équation 3 : } K_p = 3,054 + 0,614X_1$$

Où  $K_p$  = Taux de passage exprimé en % par heure  
 $X_1$  = Consommation volontaire de matière sèche (CVMS) exprimée en % du poids vif

Exemple 1 : Un ensilage de foin servi à des vaches taries consommant 2 % de CVMS sur une base de poids vif aura un taux de passage dans le rumen de :  
 $K_p = 3,054 + 0,614 \times (2) = 4,28$  %/heure

Exemple 2 : Le même ensilage donné à des vaches laitières consommant 4 % de CVMS aura un taux de passage dans le rumen de :  
 $K_p = 3,054 + 0,614 (4) = 5,51$  %/heure

Parallèlement, on utilisera l'équation suivante pour des fourrages servis secs :

$$\text{Équation 4 : } K_p = 3,362 + 0,479X_1 - 0,007X_2 - 0,017X_3$$

Où :  $K_p$  = Taux de passage dans le rumen exprimé en % par heure  
 $X_1$  = CVMS exprimée en % du poids vif  
 $X_2$  = % de concentrés dans la MS de la ration  
 $X_3$  = % de fibres NDF du fourrage

Exemple 3 : Une vache laitière consommant 4 % de CVMS sur une base de poids vif une ration contenant 50 % de concentrés sur une base de matière sèche et un foin de légumineuses contenant une teneur en fibres NDF de 45 % aura un taux de passage de cet aliment dans le rumen de :  
 $K_p = 3,362 + 0,479 \times (4) - 0,007 \times (50) - 0,017 \times (45) = 4,16$  %/heure

Exemple 4 : Si le foin donné à ces vaches laitières est un fourrage de graminées contenant une teneur en fibres NDF de 60 %, cet aliment aura un taux de passage dans le rumen de :  
 $K_p = 3,362 + 0,479 \times (4) - 0,007 \times (50) - 0,017 \times (60) = 3,90$  %/heure

Finalement, pour les concentrés, on retrouve la relation suivante :

$$\text{Équation 5 : } K_p = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$$

Où :  $K_p$  = Taux de passage du rumen exprimé en % par heure  
 $X_1$  = CVMS exprimée en % du poids vif  
 $X_2$  = % de concentré dans la matière sèche de la ration

Exemple 5 : Une vache laitière consommant 4 % de CVMS sur une base de poids vif une ration contenant 50 % de concentrés sur base matière sèche aura un  $K_p$  de :

$$K_p = 2,904 + 1,375 \times (4) - 0,020 \times (50) = 7,4 \text{ \%/heure}$$

Si on résume, un animal qui consomme peu d'aliments (vache tarie) aura un taux de passage des aliments dans son rumen plus lent qu'un animal qui consomme beaucoup d'aliments (vache laitière). De plus, la vitesse de passage des concentrés dans le système digestif des bovins est plus rapide que les fourrages. D'autres facteurs influencent le taux de passage d'un aliment dans le rumen des vaches comme par exemple le niveau de fibres NDF d'un fourrage sec. Plus le fourrage est fibreux plus le temps passé dans le rumen sera élevé comparativement à un fourrage peu fibreux.

Il existe certaines différences entre les valeurs prédites par ce modèle et les valeurs mesurées *in vivo*, soit en situation réelle d'élevage (Bateman et coll. 2001b). Ces différences nécessitent d'entreprendre d'autres expérimentations animales pour raffiner davantage les équations.

Afin de mieux saisir le fonctionnement de ce système, un ensilage de maïs (aliment numéro 35 dans le tableau 15.2a qui suit) servi à des vaches laitières consommant 4,25 de CVMS sera utilisé pour démontrer l'utilisation de ce système (exemple 6).

On détermine en premier lieu le  $K_p$  de l'ensilage de maïs :

$$K_p = 3,054 + 0,614 \times (4,25) = 5,66 \text{ \%/heure (équation 3)}$$

Nous utilisons par la suite les valeurs de la table 15.2a pour établir les trois fractions des de cet aliment (A, B et C) afin de déterminer le % de protéines dégradées et non dégradées dans le rumen. La digestibilité de la fraction B ( $K_d$ ) sera aussi déterminée à partir de la même table, car ces valeurs ne sont généralement pas disponibles tout comme le fractionnement de la protéine. Cette valeur de  $K_d$  de la fraction B est de 4,4 % /heure pour notre aliment. La fraction A est de 51,3 %, la fraction B de 30,2 % et la fraction C de 18,5 %. Le total égale toujours 100 % car il équivaut à la protéine totale de l'aliment. Les équations 1 et 2 seront utilisées pour calculer la RDP et la RUP :

$$RDP = 51,3 + 30,2 \times (4,4 / (4,4 + 5,66)) = 64,5 \text{ \% (équation 1)}$$

$$RUP = 30,2 \times (5,66 / (5,66 + 4,4)) + 18,5 = 35,5 \text{ \% (équation 2)}$$

Donc, dans cette ration la dégradabilité des protéines de l'ensilage de maïs sera de 64,5 %. Pour obtenir la quantité de protéines dégradées et non dégradées dans le rumen ( $RDP_A$ ), il s'agit tout simplement de multiplier la quantité de matière sèche (6 kg dans cet exemple) d'ensilage de maïs servie aux vaches par le pourcentage de protéine de l'aliment (8,8 % au tableau 15.2a) :

$$RDP_A = 6 \text{ kg d'ensilage de maïs} \times 8,8 \text{ \% de PB} \times 64,5 \text{ \%} \times 1000 \text{ g/kg} = 341 \text{ g/jour}$$

$$RUP_A = 6 \text{ kg d'ensilage de maïs} \times 8,8 \text{ \% de PB} \times 35,5 \text{ \%} \times 1000 \text{ g/kg} = 187 \text{ g/jour}$$

L'opération est répétée pour chacun des aliments et permet d'obtenir la quantité totale de protéine dégradée ( $RDP_T$ ) et non dégradée ( $RUP_T$ ) dans le rumen.

Éventuellement, les RDP sont transformées par les microbes, qui y sont présents, en MCP. En raison de l'importance de l'énergie disponible dans le rumen pour permettre cette transformation de la RDP en MCP, une équation a été développée pour prédire le niveau de MCP produites à partir de l'énergie ingérée sous la forme d'UNT (unités nutritives totales). On utilise pour les fins du calcul, les UNT ajustées selon le niveau d'ingestion de l'animal au-dessus du niveau d'entretien. Les équations utilisées pour effectuer ce calcul sont les suivantes :

Équation 6 :  $MCP = 0,130 \times UNT \text{ ajustées (kg/j)}$

Équation 7 :  $UNT \text{ ajustées (kg/j)} = CVMS \text{ (kg / jour)} \times UNT \text{ ajustées (\%)}$

Équation 8 :  $UNT \text{ ajustées (\%)} = UNT_{1X} \times \text{Facteur ajustement}$

Équation 9 :  $\text{Facteur ajustement} = \{UNT_{1X} - (((0,18 \times UNT_{1X}) - 10,3) \times \text{ingestion})\} / UNT_{1X}$

$UNT_{1X}$  = Unités nutritives totales de la ration évaluées à 1 fois l'entretien et exprimées en %

Ingestion = Niveau d'ingestion au-dessus des besoins en énergie d'entretien de l'animal. Exemple, si la CVMS de l'animal se situe à trois fois son entretien donc : Ingestion = 3 - 1 = 2

Si l'ingestion se situe à une fois, l'entretien alors : Ingestion = 1 - 1 = 0

À titre d'exemple (exemple 7), une vache laitière produisant 42 kg de lait par jour ingère 26 kg de matière sèche d'aliments par jour (ou 4,5 x son niveau d'entretien), dégrade 2 800 g de protéines par jour ( $RDP_T$ ) dans son rumen, une ration contenant 74 % d'UNT. Cette vache devrait produire la quantité de MCP suivante :

Facteur d'ajustement =  $\{74 - (((0,18 \times 74) - 10,3) \times 4,5 - 1)\} / 74 = 0,86$  ou 86 % (équation 9)

$UNT \text{ ajustées (\%)} = 74 \% \times 86 \% = 63,4 \%$  (équation 8)

$UNT \text{ ajustées (kg/j)} = 26 \text{ kg / jour} \times 63,4 \% = 16,5 \text{ kg d'UNT ajustées}$  (équation 7)

$MCP = 0,130 \times 16,5 \text{ kg/j} \times 1000 \text{ g/kg} = 2151 \text{ g/jour}$  (équation 6)

Lorsque la quantité de  $RDP_T$  (2800 g dans notre exemple) fournie par la ration est supérieure à la MCP multipliée par un facteur de 1,18 ( $2151 \text{ g/jour} \times 1,18 = 2538 \text{ g}$ ), on utilise la valeur calculée à l'équation 6 soit, 2151 g pour estimer la MCP. En effet, pour que les microbes présents dans le rumen puissent synthétiser de la protéine microbienne, il doit y avoir disponibilité d'azote dans le milieu. Cet azote provient en grande partie de la protéine dégradée dans le rumen ( $RDP_T$ ). Si cette dernière est limitative ( $RDP_T < 1,18 \text{ MCP}$ ), la MCP produite sera déterminée par la RDP disponible à partir de l'équation suivante :

Équation 10 :  $MCP = RDP_T \text{ (g/jour)} \times 0,85$

Dans cet exemple nous supposons que la quantité de protéines dégradables ( $RDP_T$ ) est limitative avec un niveau de 2500 g de protéines dégradées par jour. Nous obtenons donc une valeur plus faible pour la MCP que notre exemple 7 (équation 6 = 2151 g/jour).

Exemple 8 :  $MCP = 2500 \text{ g/jour} \times 0,85 = 2125 \text{ g/jour}$

La MCP ainsi obtenue se retrouve donc dans le petit intestin avec les  $RUP_T$  de même qu'avec les protéines endogènes (ECP). Toutes ces protéines, lorsqu'elles sont digérées, constituent la protéine métabolisable (MP), tel que défini dans le plus récent NRC (2001). La quantité de MP disponible pour l'animal varie en fonction de la digestibilité des protéines qui se retrouvent dans le petit intestin.

La protéine d'origine microbienne (MCP) serait constituée de bactéries, de protozoaires et contiendrait 80 % de protéines véritables. Le 20 % restant contiendrait des acides nucléiques. La digestibilité de la protéine véritable d'origine microbienne est fixée à 80 %. Conséquemment, on convertit la MCP en MP en multipliant la MCP par 80 % de protéine véritable et par 80 % digestible, ce qui donne l'équation suivante :

Équation 11 :  $MCP \times 64 \% = MP_{\text{Microbienne}}$  (NRC 2001)

En utilisant les résultats de l'exemple 7 (équation 6 = 2151 g/jour) nous obtenons la valeur suivante de protéine métabolisable d'origine microbienne :

Exemple 9 :  $2151 \text{ g de protéine microbienne} \times 64 \% = 1377 \text{ g de } MP_{\text{Microbienne}}$

Cependant, il est possible que les exigences des microbes du rumen en RDP soient moindres que les valeurs suggérées ici (Fu et coll. 2001; Alderman et Blake 2001). Ou encore, il est possible que la production de MCP soit surestimée (Bateman et coll. 2001a). Bien que ce modèle constitue une avancée importante dans la nutrition des bovins, il reste du travail de recherches pour en raffiner l'application.

Par ailleurs, la  $RUP_T$  est considérée comme de la protéine véritable. Mais sa digestibilité dans l'intestin varie selon les aliments (tableaux 15.2a et 15.2b). Si on revient à l'exemple 6, on obtient au tableau 15.2a (aliment numéro 35) la valeur 70 % pour digestibilité de la fraction non dégradable ( $RUP_{\text{DIGEST}}$ ) des protéines de l'ensilage de maïs. La transformation de la  $RUP_A$  de l'ensilage de maïs en protéine métabolisable sera :

Exemple 10 :  $MP_{RUP}$  de l'ensilage de maïs = 187 g/jour de RUP x 70 %  
= 131 g de  $MP_{RUP}$

Exemple 11 : Supposons que les vaches ingèrent un total 1580 g de protéines non dégradées dans le rumen (RUP) et que la digestibilité de cette protéine est de 84 % en moyenne, la protéine métabolisable fournie par la fraction RUP de la ration sera de :

$MP_{RUP}$  de la ration totale = 1580 g de RUP x 84 %  
= 1327 g de  $MP_{RUP}$

La protéine d'origine endogène (ECP) contribue également à la MP, mais dans une moindre mesure. On estime la ECP à partir de la CVMS (NRC 2001).

$$\text{Équation 12 : } \text{ECP (g/j)} = 6,25 (1,9 \times \text{CVMS, kg/j})$$

On estime que la ECP est constituée de 50 % de protéines véritables, cette dernière étant digestible à 80 %. Ainsi, on convertit ECP en MP par le facteur 0,4 ou 40 %.

$$\text{Équation 13 : } \text{ECP} \times 50 \% \text{ de protéine véritable} \times 80 \% \text{ digestible} = \text{MP}$$

Ou

$$\text{Équation 14 } \text{MP}_{\text{Endogène}} = \text{ECP} \times 40 \%$$

Exemple 12: Une vache laitière qui consomme 26 kg de matière sèche d'aliments devrait produire :

$$\text{ECP (g/j)} = 6,25 (1,9 \times 26, \text{ kg/j}) = 308,8 \text{ g de protéines endogènes (équation 12)}$$

$$\text{MP}_{\text{Endogène}} = 308,8 \text{ g} \times 40 \% = 123,5 \text{ g de MP}_{\text{Endogène}} \text{ (équation 14)}$$

Si on fait le total des trois fractions obtenues précédemment, on obtient la protéine métabolisable totale ingérée par l'animal (exemple 13) :

$$\begin{aligned} \text{MP totales} &= 1377 \text{ g de MP}_{\text{Microbienne}} \text{ (exemple 9)} + 1327 \text{ g de MP}_{\text{RUP}} \text{ (exemple 11)} + \\ &123,5 \text{ g (exemple 12) de MP}_{\text{Endogène}} \\ &= 2827,5 \text{ g de MP totale ingérée par l'animal} \end{aligned}$$

### Exigences des bovins en protéines

Le bovin, tout comme les autres espèces animales, n'a pas un besoin en MP proprement dit, mais plutôt un besoin en a.a. Chez le bovin, les exigences nutritionnelles en chaque a.a. ne sont pas bien documentées. Le NRC (2001) suggère pour les bovins laitiers, des besoins pour deux a.a. en particulier, soit la lysine (Lys) et la méthionine (Met). Les besoins en Lys sont de 7,2 % de la protéine métabolisable. Pour la Met, ils sont de 2,4 % de la protéine métabolisable. Le rapport de 3 pour 1 de lysine par rapport à la méthionine serait particulièrement important à respecter.

La composition des aliments en a.a. et plus particulièrement en Lys et Met est rapportée aux tableaux 15,2a et 15,2b. La composition en Lys et en Met des bactéries du rumen varie respectivement selon les auteurs entre 15,8 % et 17,3 % et entre 4,9 % et 5,2 % du total des acides aminés essentiels (NRC 2001). Les protozoaires du rumen, quant à eux, contiendraient environ 20,6 % de Lys et 4,2 % de Met du total des acides aminés essentiels.

Par contre, la composition en Lys et en Met de la protéine d'origine endogène n'est pas rapportée par le sous-comité. Bien que la contribution reste faible, elle devrait faire l'objet de publications futures.



Comme la connaissance des besoins en chacun des acides aminés essentiels reste à être approfondie, le NRC (2001) rapporte les exigences des bovins laitiers en protéines métabolisables (MP) et les exigences en Lys et en Met en % des MP, tel que mentionné précédemment.

### **Besoins en MP pour l'entretien et le lait**

Les besoins en MP pour l'entretien pour une vache non gestante sont de :

$$\text{Équation 15 : } MP_{\text{Entretien}} \text{ (g/j)} = 4,1PV^{0,5} + 0,3PV^{0,6} + \{(CVMS \times 30) - 0,5 \\ ((MP_{\text{Microbienne}}/0,8) - MP_{\text{Microbienne}})\} + (MP_{\text{Endogène}}/0,67)$$

Où : PV = Constitue le poids vif en kg  
 CVMS = Consommation volontaire de matière sèche (kg)  
 MP<sub>Microbienne</sub> = Protéine métabolisable d'origine microbienne en grammes  
 MP<sub>Endogène</sub> = Protéine métabolisable d'origine endogène en grammes

Exemple 14 : Si le poids vif de nos vaches est de 625 kg, on peut utiliser les données calculées dans les exemples précédents pour calculer la MP à l'entretien, soit :

$$MP \text{ entretien (g/j)} = 4,1 \times (625 \text{ kg})^{0,5} + 0,3 \times (625 \text{ kg})^{0,6} + \{(26 \text{ kg} \times 30) - 0,5 \times ((1377 \text{ g}/0,8) - 1377 \text{ g})\} + (123,5 \text{ g}/0,67) \text{ (équation 15)} = 909 \text{ g de MP pour l'entretien}$$

À cela s'ajoute, les besoins en MP pour la gestation : MPPreg, en g/j

$$\text{Équation 16 : } MPP_{\text{reg}} = ((0,69 \times \text{jours de gestation} - 69,2) \times (\text{CBW} / 45)) / \text{EffMPP}_{\text{reg}}$$

Où : CBW = Poids du veau à la naissance (kg)  
 EffMPPreg = Efficacité des protéines métabolisables pour la gestation. Valeur assumée à 0,33

Exemple 15 : Si le poids vif du veau naissant est de 42 kg et le nombre de jours de gestation de 200, la MP pour la gestation sera :

$$MPP_{\text{reg}} = ((0,69 \times 200 \text{ jours} - 69,2) \times (42 \text{ kg} / 45)) / 0,33 \text{ (équation 16)} \\ = 194,6 \text{ g de MP pour la gestation}$$

Les exigences en MP pour la lactation se calculent à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Équation 17 : } MP_{\text{LACT}} \text{ (g/jour)} = (\text{Prot lait} / 0,67) \times 1000$$

Où : Prot lait = Production de protéine vrai dans le lait exprimée en kg/j

Exemple 16 : Si une vache produit 42 kg de lait à un taux de protéine de 3,3 % qui équivaut à 3,07 % de protéine vraie (3,3 % x 93 % pour obtenir la protéine vraie) et donc une production de 1,29 kg/jour de protéine vraie par jour (42 kg de lait x 3,07 %), la MP pour la production de lait sera :

$$\begin{aligned} \text{MP}_{\text{LACT}} \text{ (g/jour)} &= (1,29 \text{ kg/jour} / 0,67) \times 1000 \text{ (équation 17)} \\ &= 1925 \text{ g/jour} \end{aligned}$$

### **Besoins en MP pour la croissance**

Les exigences en MP (protéines métabolisables) pour la croissance ( $\text{MP}_{\text{CROISS}}$ ) en g/jour sont calculées de la façon suivante :

Équation 18 :  $\text{MP}_{\text{CROISS}} = \text{NP}_g / \text{EffMP}_{\text{CROISS}}$   
 Où  $\text{NP}_g$  est la protéine nette nécessaire pour la croissance en g/jour et  $\text{EffMP}_{\text{CROISS}}$  est le coefficient d'efficacité d'utilisation de la protéine métabolisable pour la croissance.

Équation 19 :  $\text{NP}_g = \text{ADG} \times (268 - (29,4 \times (\text{RE} / \text{ADG})))$   
 Où ADG est le taux de gain moyen quotidien exprimé en kg/jour et RE l'énergie nette retenue pour le gain en Mcal (NRC 1996)

Équation 20 :  $\text{RE} = 0,0635 \times \text{EQEBW}^{0,75} \times \text{EQEBG}^{1,097}$   
 Où EQEBW est le poids vide équivalent en kg ( $0,891 \times \text{EQSBW}$  à l'équation 22) et EQEBG est le taux de gain vide exprimé en kg par jour ( $\text{EQEBG} = \text{SWG} \times 0,956$ ).

SWG Gain de poids de l'animal après freintes. Le NRC (2001) utilise indifféremment ADF ou SWG dans la même équation (pages 68 et 236). C'est pourquoi nous suggérons d'utiliser ADG pour remplacer SWG.

Équation 21 :  $\text{EffMP}_{\text{CROISS}} = 0,28908$  si l'animal pèse plus de 478 kg d'équivalent poids vif vide (MSBW). Autrement :  
 $= (83,4 - (0,114 \times \text{EQSBW})) / 100$

Équation 22 :  $\text{EQSBW} = (\text{SBW} - \text{CW}) \times \text{SRW\_to\_MSBW}$   
 Où EQSBW est le poids équivalent après les freintes occasionnées par le transport de l'animal, SBW est le poids de l'animal après les freintes ( $0,96 \times \text{BW}$ ) et le CW est le poids du fœtus qui est de 0 avant 190 jours de gestation. Il y a une équation pour calculer sa valeur au-dessus de 190 jours de gestation. Le dernier terme de l'équation, SRW\_to\_MSbw est le poids standard de référence qui est de 478 kg pour les génisses de remplacement divisé par le poids à maturité en kg  $\times 0,96$  pour obtenir le poids vide à maturité en kg ou MSBW.

Exemple 16 : Les besoins en protéines métabolisables pour atteindre un taux de gain journalier de 0,76 kg/jour pour une génisse gestante de 450 kg dont le poids à maturité sera de 682 kg sont calculés comme suit :

SBW =  $420 \text{ kg} \times 0,96$   
 = 403 kg

EQSBW =  $(403 \text{ kg} - 0 \text{ kg}) \times 478 \text{ kg} / (682 \text{ kg} \times 0,96)$  (Équation 22)  
 = 294,2 kg

$$\text{EffMP}_{\text{CROISS}} = (83,4 - (0,114 \times 294,2 \text{ kg})) / 100 \quad (\text{Équation 21})$$

$$= 0,50$$

$$\text{EQEBW} = 0,891 \times 294,2 \text{ kg}$$

$$= 262,1 \text{ kg}$$

$$\text{RE} = 0,0635 \times 262,1 \text{ kg}^{0,75} \times (0,76 \text{ kg /jour} \times 0,956)^{1,097} \quad (\text{Équation 20})$$

$$= 2,91 \text{ Mcal d'énergie nette retenue pour le gain}$$

$$\text{NPg} = 0,76 \text{ kg/jour} \times (268 - (29,4 \times (2,91 \text{ Mcal} / 0,76 \text{ kg/jour}))) \quad (\text{Équation 19})$$

$$= 118 \text{ g/jour de protéine nette nécessaire pour la croissance}$$

Et la protéine métabolisable nécessaire pour réaliser un gain de 0,76 kg par jour sera de :

$$\text{MP}_{\text{CROISS}} = 118 \text{ g/jour} / 50 \% \quad (\text{Équation 18})$$

$$= 236 \text{ g/jour de protéines métabolisables nécessaires pour la croissance de cette génisse.}$$

Plus concrètement, Hoffman et coll. (2001) suggèrent pour des génisses de plus de 400 kg une ration optimale dosant 13 % de protéines brutes.

Pour vérifier la précision du modèle et de l'éventuel programme alimentaire en résultant, il existe un outil rapide. L'urée du lait (MUN) ne nécessite aucune prise de sang et se mesure rapidement. La MUN permet d'apprécier le gaspillage de protéine et les rejets azotés dans l'urine (Sannes et coll. 2002). De plus, Rajala-Schultz et coll. (2001) rapportent une amélioration de la fertilité lorsque la MUN baisse, où lorsqu'on réduit le gaspillage de protéine. D'ailleurs, on rapporte que les fermes laitières qui font effectuer l'analyse de la MUN sur une base régulière voient la valeur de MUN du lait baisser comparativement aux fermes qui ne portent pas attention à ce paramètre (Jonker et coll. 2002a). Les différents modèles mathématiques proposés prédisent mal la MUN (Haig et coll. 2002).

Toutefois, plusieurs pistes de solutions sont envisageables pour réduire le gaspillage de protéine. Premièrement, il s'agit de formuler des programmes alimentaires où les besoins en protéines (MP) sont comblés mais sans excès (Jonker et coll. 2002b). Souvent une simple réduction de la quantité totale de protéines distribuées ou de la quantité de protéine dégradée dans le rumen suffit à abaisser de façon importante l'azote rejeté (Castillo et coll. 2001b). On sait que les aliments diffèrent entre eux en ce qui a trait à la protéine potentiellement dégradée dans le rumen. À titre d'exemple, des vaches laitières recevant des concentrés à base de maïs rejetaient 30 % moins d'azote comparativement à des vaches dont le concentré était basé sur de l'orge (Castillo et coll. 2001a).

Finalement, les exigences en protéines des vaches laitières se raffinent de plus en plus. La modélisation des besoins nous ouvre des portes sur les besoins en protéines métabolisables et en certains a.a. dont la Lys et la Met. D'autres recherches permettront d'établir les exigences en d'autres acides aminés essentiels pour éventuellement réduire encore plus les rejets de polluants azotés des fermes laitières et obtenir une production laitière plus efficace.

Tableau 15.2a Composition en diverses fractions azotées, en digestibilité de la protéine non dégradé dans le rumen (RUP) et en acides aminés de divers aliments<sup>1</sup>

No.	Aliment	No. International	Type aliment	PB %	NDIPB %	ADIPB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	Exemple RUP (%PB)		RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %AAE	Met %AAE
							A	B	C		CVMS =2.0% PV	CVMS =4.0% PV															
							Fourrage	CVMS	CVMS																		
1	Luzerne déshydratée, 17% PB	1-00-023	Conc.	19.2	3.1	2.4	27.8	66.0	6.2	6.7	31.6	40.9	75	4.14	2.16	3.98	7.11	4.34	1.46	1.08	4.89	4.10	1.39	5.03	38.60	11.24	3.78
	N			221	3	70	4	4	3	4				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
	ET			3.3	0.3	0.1	7.2	9.2	3.9	4.0				0.39	0.11	0.21	0.37	0.31	0.08	0.07	0.33	0.14	0.07	0.22			
2	Écailles d'amandes (fractions N et Kd provenant des écailles de canola)	4-00-359	Conc.	6.5	2.3	1.8	29.6	35.4	35.0	5.3	50.6	55.7	50	2.23	0.86	2.35	4.05	2.74	0.90	0.71	2.80	2.70	1.00	3.53	23.16	11.83	3.89
	N			32	4	3								7	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
	ET			2.5	0.3	0.4								0.28	0.06	0.29	0.32	0.32	0.26	0.08	0.33	0.34	0.38				
3	Résidus de pommes humides (fractions N et Kd provenant de la pulpe de citrus déshydratée)	4-25-450	Conc.	7.7	3.7	3.1	41.7	53.3	5.0	7.4	24.2	31.7	80	4.52	1.86	3.13	5.58	3.93	1.38	1.18	3.31	3.04	0.88	4.11	31.74	12.38	4.35
	N			65	3	4								3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	ET			3.8	0.9	0.7								0.03	0.10	0.03	0.05	0.01	0.04	0.04	0.06	0.06	0.04	0.04			
4	Sous-produits de pâtisserie (fractions N et Kd provenant du grue blanc)	4-00-466	Conc.	12.5	2.3	1.1	40.3	53.6	6.1	15.2	17.7	23.7	90	4.74	2.61	4.00	7.77	2.91	1.73	2.14	5.44	3.36	1.15	4.42	38.12	7.63	4.54
	N			188	5	3								104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104			
	ET			3.6	1.1	0.6								0.52	0.24	0.25	0.38	0.38	0.16	0.22	0.11	0.19	0.06	0.28			
5	Résidus de pain (fractions N et Kd provenant du grue blanc et a.a. provenant de sous-produits pâtisserie)	4-00-466	Conc.	15.0	0.6	0.5	40.3	53.6	6.1	15.2	17.7	23.7	90	4.74	2.61	4.00	7.77	2.91	1.73	2.14	5.44	3.36	1.15	4.42	38.12	7.63	4.54
	N			70	1	2																					
	ET			2.7																							
6	Sous-produits de céréales (fractions N, Kd et a.a. provenant du son de blé)	4-00-466	Conc.	9.1	3.2	1.2	33.7	62.5	3.8	20	14.6	20.7	75	6.84	2.82	3.15	6.16	4.05	1.57	2.10	3.97	3.26	1.37	4.50	37.88	10.75	4.17
	N			61	5	6																					
	ET			2.1	1.4	0.7																					
7	Sous-produits de biscuits (fractions N et Kd provenant du grue blanc)	4-24-852	Conc.	9.7	1.9	0.5	40.3	53.6	6.1	15.2	17.7	23.7	90	4.19	1.77	3.12	7.12	1.71	1.83	1.94	4.78	3.14	0.88	4.58	33.12	5.16	5.53
	N			36	4	4																					
	ET			3.1	1.0	0.3																					
8	Orge grain roulé	4-00-528	Conc.	12.4	1.8	0.5	30.2	61.2	8.6	22.7	18.1	23.7	85	5.07	2.30	3.47	6.97	3.63	1.70	2.28	5.11	3.42	1.17	4.90	37.74	9.62	4.50
	N			795	60	61	37	37	37	37				116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116			
	ET			2.1	1.1	0.4	13.5	13.9	4.6	8.9				0.27	0.21	0.14	0.25	0.25	0.09	0.17	0.23	0.13	0.07	0.24			
9	Orge malt	5-00-545	Conc.	20.1	3.7	1.1	56.0	44.0	0.0	4.5	21.2	27.4	80	4.25	1.84	4.00	6.00	4.38	1.33	1.10	3.20	3.61	0.90	5.38	34.89	12.55	3.81
	N			40	2	2	1	1	1	1				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
	ET			3.5										0.85	0.44	0.31	0.36	0.94	0.13	0.23	0.64	0.32	0.28	0.55			
10	Ensilage d'orge montaison (a.a. provenant de l'ensilage de seigle)	3-00-512	Humide	12.0	1.6	0.9	56.6	32.9	10.5	5.9	24.3	26.4	65	1.04	1.21	3.45	4.88	2.35	1.16	0.66	3.42	2.51	1.42	4.80	26.42	8.96	4.39
	N			528	25	265	6	6	6	6																	
	ET			2.6	0.6	0.4	29.7	29.9	3.3	2.0																	
11	Pulpe de betterave	4-00-669	Conc.	10.0	5.5	0.6	4.5	90.5	5.0	2.0	66.2	76.3	80	3.23	2.54	3.18	5.10	4.35	1.24	1.10	2.93	3.38	0.81	4.70	31.46	13.83	3.94
	N			181	18	5	2	2	1	2				11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11			
	ET			1.1	1.3	0.3	4.6	4.6		1.8				0.96	0.36	0.24	0.46	0.59	0.19	0.19	0.20	0.39	0.09	0.50			



No.	Aliment	No. International	Type aliment	PB %	NDIPB %	ADIPB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	Exemple RUP (%PB)		RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %AAE	Met %AAE
							A	B	C		CVMS =2.0% PV	CVMS =4.0% PV															
							Fourrage	Fourrage	Fourrage		Fourrage	Fourrage															
25	Fin gluten de maïs	5-28-242 N ET	Conc.	65.0 57 7.8	3.6 11 2.7	3.0 13 2.0	3.9 3 3	90.9 3 3	5.2 3 3	2.3 3 3	63.8	74.6	92	3.20 118 0.21	2.13 118 0.13	4.11 118 0.10	16.79 118 0.52	1.69 118 0.15	2.37 118 0.16	1.80 118 0.14	6.35 118 0.13	3.38 118 0.11	0.53 118 0.04	4.64 118 0.16	45.20	3.74	5.24
26	Maïs grain cassé (a.a. provenant maïs moulu)	4-02-854 N ET	Conc.	9.4 1388 1.3	0.7 0.3 0.7	0.3 0.2 0.3	23.9	72.5	3.6	4.9	37.0	47.3	90	4.61	3.13	3.31	11.20	2.84	2.13	2.13	4.62	3.55	0.72	4.02	40.13	7.08	5.31
27	Maïs moulu (PB, NDIPB et ADIPB provenant de maïs cassé)	4-02-854 N ET	Conc.	9.4	0.7	0.3	23.9	72.5	3.6	4.9	37.0	47.3	90	4.61	3.13	3.31	11.20	2.84	2.13	2.13	4.62	3.55	0.72	4.02	40.13	7.08	5.31
28	Maïs grain floconné	4-02-854 N ET	Conc.	9.4	0.7	0.3	1.7 1	27 14.7 8.3	27 8.3	27 2.0	63.7	74.5	90	4.73 6 0.51	3.13	3.34 6 0.26	10.87 6 1.60	3.05 6 0.47	2.04 6 0.20	2.22 6 0.08	4.62	3.66 6 0.10	0.72	4.75 6 0.27	40.19	7.45	4.99
29	Maïs grain humide roulé (fractions N, Kd et a.a. provenant du maïs grain humide moulu)	4-28-265 N ET	Conc.	9.2	0.6	0.3	27.9	71.4	0.7	5.1	32.9	43.0	90	3.85	2.54	3.38	11.60	2.64	2.11	2.08	4.56	3.68	0.98	4.90	40.24	6.56	5.24
30	Maïs grain humide moulu	4-28-265 N ET	Conc.	9.2	0.6	0.3	27.9	71.4	0.7	5.1	32.9	43.0	90	3.85	2.54	3.38	11.60	2.64	2.11	2.08	4.56	3.68	0.98	4.90	40.24	6.56	5.24
31	Maïs grain et épis séché	4-02-849 N ET	Conc.	8.6	0.9	0.4	3 2.9	3 2.0	3 0.9	3 2.5	32.8	42.5	90	3.30	3.7	3.54	12.97	2.60	2.00	1.96	4.50	3.56	0.68	4.74	40.68	6.39	4.92
32	Maïs grain et épis humide moulu (fractions N et Kd calculées à partir du maïs grain sec et humide)	4-26-240 N ET	Conc.	8.4	0.7	0.3	34.0	65.7	0.3	5.2	29.6	38.9	90	3.30	2.79	3.56	14.56	2.28	1.70	1.96	4.50	3.32	0.66	4.51	41.17	5.54	4.13
33	Maïs hominy	4-02-887 N ET	Conc.	11.9 358 2.4	1.5 0.49 0.2	0.5 0.2	45.0 1	49.0 1	6.0 1	7.0 1	24.3	31.2	90	5.44	2.72	3.50	9.51	3.69	1.75	1.75	4.17	3.88	0.97	5.05	40.68	9.07	4.30
34	Maïs ensilage immature <25% MS (a.a. provenant de l'ensilage de maïs standard)	3-28-247 N ET	Humide	9.7	1.4	0.9	57.8	23.7	18.5	4.0	30.8	32.2	70	1.97	1.79	3.34	8.59	2.51	1.53	1.34	3.83	3.19	0.44	4.47	31.64	7.93	4.84
35	Maïs ensilage standard 32 à 38% MS	3-28-248 N ET	Humide	8.8	1.3	0.8	51.3	30.2	18.5	4.4	33.3	35.3	70	1.97	1.79	3.34	8.59	2.51	1.53	1.34	3.83	3.19	0.44	4.47	31.64	7.93	4.84
36	Maïs ensilage mature >40% MS (a.a. provenant de l'ensilage de maïs standard)	3-28-249 N ET	Humide	8.5	1.3	0.9	11 16.9	11 14.8	11 5.3	11 1.5	39.3	41.1	70	1.97	1.79	3.34	8.59	2.51	1.53	1.34	3.83	3.19	0.44	4.47	31.64	7.93	4.84



No.	Aliment	No. International	Type aliment	PB %	NDIPB %	ADIPB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	Exemple RUP (%PB)		RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %AAE	Met %AAE
							A	B	C		CVMS = 2.0% PV	CVMS = 4.0% PV															
							Fourrage =25% CVMS	Fourrage =50% CVMS																			
51	Graminées foin immature <55% NDF	N ET 1-02-212	Sec	4702 3.1 18.0	53 1.3 3.4	182 0.5 1.3	45.0	46.7	8.3	12.4	19.7	21.3	70	3.83	1.63	3.32	6.22	3.48	1.30	1.17	3.92	3.60	1.24	4.51	33.05	10.53	3.93
52	Graminées foin mi-maturité entre 55 et 60% NDF	N ET 1-02-243	Sec	44 3.3 13.3	1 0.3 3.9	38 0.3 1.2	18 13.4 36.7	18 11.8 51.7	18 4.6 11.6	18 5.9 8.1	28.4	30.5	65	3.88	1.63	3.32	6.22	3.49	1.30	1.16	3.92	3.60	1.24	4.51	33.05	10.53	3.93
53	Graminées foin mature >60% NDF	N ET 1-02-244	Sec	55 3.4 10.8	2 0.2 7.4	35 0.3 1.1	27 8.7 28.4	27 10.7 52.9	27 5.4 18.7	27 3.9 5.0	41.2	43.7	60	3.83	1.63	3.32	6.22	3.48	1.30	1.17	3.92	3.60	1.24	4.51	33.05	10.53	3.93
54	Graminées ensilage toutes maturités confondues	N ET 3-02-222	Humide	413 2.8 12.8	1 0.3 3.3	61 0.3 1.5	68 13.9 56.1	68 18.8 33.2	68 12.0 10.7	68 3.3 5.8	24.8	26.9	60	3.06	1.66	3.58	6.16	3.30	1.22	0.78	4.37	3.37	1.07	4.89	32.68	10.10	3.73
55	Graminées ensilage immature <55% NDF	N ET 3-02-217	Humide	4401 3.7 16.8	68 1.3 4.3	4388 0.8 1.1	60.1	31.8	8.1	8.1	19.1	21.0	65	3.06	1.66	3.57	6.12	3.28	1.21	0.78	4.37	3.34	1.07	4.89	32.57	10.07	3.72
56	Graminées ensilage mi-maturité entre 55 et 60% NDF	N ET 3-02-218	Humide	35 3.0 16.8	5 0.4 4.3	57 0.4 1.1	57 9.9 60.4	57 8.8 31.0	57 3.6 8.6	57 4.6 4.8	23.2	25.2	60	3.06	1.66	3.57	6.12	3.28	1.21	0.78	4.37	3.34	1.07	4.89	32.57	10.07	3.72
57	Graminées ensilage mature >60% NDF	N ET 3-02-219	Humide	41 3.8 12.7	26 0.4 3.2	26 0.4 1.4	16 11.4 47.9	16 8.0 37.1	16 7.3 15.0	16 1.8 4.6	32.9	35.2	55	3.06	1.66	3.60	6.23	3.35	1.23	0.77	4.37	3.42	1.07	4.91	32.90	10.18	3.74
58	Mélange graminées/légumineuses prédominance graminées 75/25 17-22% hémicellulose foin immature <51% NDF	N ET 1-02-275	Sec	135 2.9 18.4	52 0.5 4.2	110 0.3 1.3	15 13.9 44.4	15 12.0 47.7	15 10.3 7.9	15 1.9 13.8	18.7	20.3	70	4.16	1.71	3.56	6.51	3.89	1.37	1.23	4.13	3.80	1.31	4.70	35.14	11.07	3.90
59	Mélange graminées/légumineuses prédominance graminées 75/25 mi-maturité entre 51 et 57% NDF	N ET 1-02-277	Sec	21 3.1 17.4	7 0.3 4.2	7 0.3 1.4	38.6	50.5	10.9	10.6	24.6	26.5	65	4.20	1.71	3.55	6.51	3.89	1.37	1.23	4.13	3.80	1.31	4.69	35.16	11.06	3.90
60	Mélange graminées/légumineuses prédominance graminées 75/25 mature >57% NDF	N ET 1-02-280	Sec	155 2.9 13.3	52 0.7 4.4	81 0.3 1.3	31.0	52.1	16.9	7.25	34.8	37.1	60	4.15	1.71	3.54	6.49	3.86	1.36	1.24	4.13	3.79	1.30	4.68	35.01	11.03	3.88
61	Mélange graminées/légumineuses prédominance graminées 75/25 ensilage immature <51% NDF	N ET 3-02-302	Humide	149 3.3 18.0	3 0.1 3.1	68 0.8 1.2	60.5	31.1	8.4	9.4	18.2	20.0	65	3.26	1.67	3.61	6.09	3.58	1.25	0.78	4.32	3.46	1.04	4.92	33.20	10.78	3.77



No.	Aliment	No. International	Type aliment	PB %	NDIPB %	ADIPB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	Exemple RUP (%PB)		RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %AAE	Met %AAE
							A	B	C		CVMS = 2.0% PV	CVMS = 4.0% PV															
												Fourrage															
62	Mélange graminées/légumineuses prédominance graminées 75/25 ensilage mi-maturité entre 51 et 57% NDF	N ET 3-02-265	Humide	18 2.5 17.6	3.1	16 0.4 1.4	59.6	32.1	8.3	6.7	20.9	22.8	60	3.26	1.67	3.67	6.18	3.56	1.25	0.78	4.32	3.46	1.04	4.92	33.33	10.68	3.75
63	Mélange graminées/légumineuses prédominance graminées 75/25 ensilage mature >57% NDF	N ET 3-02-266	Humide	95 3.0 15.4	3.1	88 0.5 1.8	49.2	36.4	14.4	5.5	30.5	32.7	55	3.26	1.67	3.68	6.27	3.59	1.27	0.77	4.32	3.52	1.04	4.94	33.56	10.70	3.78
64	Mélange graminées légumineuses 50/50 12 à 15% hemicellulose foin immature <47% NDF	N ET 1-02-275	Sec	166 2.4 19.7	3.9	159 0.7 1.3	43.8	48.8	7.4	15.1	17.9	19.4	75	4.50	1.79	3.79	6.81	4.31	1.43	1.30	4.34	4.00	1.38	4.89	37.24	11.57	3.84
65	Mélange graminées légumineuses 50/50 foin mi-maturité entre 47 et 53% NDF	N ET 1-02-277	Sec	42 1.9 18.4	4.6	19 0.3 1.5	40.5	49.3	10.2	13.0	21.8	23.5	70	4.51	1.79	3.78	6.79	4.29	1.43	1.29	4.34	3.99	1.37	4.88	37.17	11.54	3.85
66	Mélange graminées légumineuses 50/50 foin mature >53% NDF	N ET 1-02-280	Sec	184 2.2 18.2	5 0.5 4.4	90 0.3 1.7	33.6	51.3	15.1	9.5	30.1	32.0	65	4.47	1.79	3.75	6.76	4.25	1.43	1.30	4.34	3.98	1.36	4.86	36.99	11.49	3.87
67	Mélange graminées légumineuses 50/50 ensilage immature <47% NDF	N ET 3-02-302	Humide	233 2.2 20.3	121 0.7 3.1	179 0.6 1.4	60.9	30.4	8.7	10.6	17.5	19.2	70	3.47	1.68	3.76	6.24	3.85	1.29	0.79	4.28	3.59	1.01	4.95	34.12	11.28	3.78
68	Mélange graminées légumineuses 50/50 ensilage mi-maturité entre 47 et 53% NDF	N ET 3-02-265	Humide	45 3.7 19.1	3.5	41 0.4 1.6	58.9	33.2	8.0	8.5	19.1	21.0	65	3.47	1.68	3.76	6.24	3.85	1.29	0.79	4.28	3.59	1.01	4.95	34.12	11.28	3.78
69	Mélange graminées légumineuses 50/50 ensilage mature >53% NDF	N ET 3-02-266	Humide	171 2.3 17.4	3.5	164 0.5 2.0	50.4	35.7	13.9	6.3	28.3	30.6	60	3.47	1.68	3.76	6.30	3.83	1.30	0.78	4.28	3.62	1.02	4.97	34.23	11.19	3.80
70	Mélange graminées/légumineuses prédominance légumineuse 25/75 foin immature <44% NDF (10 à 13,5% hemicellulose)	N ET 1-02-275	Sec	255 2.3 20.5	2.9	255 0.8 1.5	43.1	49.9	7.0	16.5	17.0	18.5	75	4.83	1.87	4.03	7.10	4.72	1.50	1.36	4.55	4.19	1.45	5.07	39.31	12.01	3.82





No.	Aliment	No. International	Type aliment	PB %	NDIPB %	ADIPB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	Exemple RUP (%PB)		RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %AAE	Met %AAE
							A	B	C		CVMS =2.0% PV	CVMS =4.0% PV															
							Fourrage =25% CVMS	Fourrage =50% CVMS																			
92	Avoine ensilage épiée	3-21-843	Humide	12.9	2.1	1.0	45.6	30.9	23.5	5.4	37.2	39.1	65	2.18	1.94	5.50	6.65	3.56	1.87	0.74	4.70	4.13	1.42	4.13	36.09	9.86	5.18
	N			634	5	630	2	2	2	2				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
	ET			1.6	0.4	0.5	0.8	11.6	12.2	3.4				0.28	0.21	0.30	0.43	0.34	0.25	0.06	0.46	0.24	0.15	0.26			
93	Tourteau d'arachides extrait au solvant	5-08-605	Conc.	51.8	5.8	1.1	61.7	36.6	1.7	16.1	9.2	13.2	90	11.07	2.42	3.27	6.40	3.34	1.17	1.38	4.85	2.69	0.98	3.94	40.13	8.32	2.92
	N			51	2	2	2	2	2	2				22	22	22	22	22	22	22	22	22	22				
	ET			4.4			26.4	29.2	2.4	4.4				0.44	0.15	0.11	0.14	0.25	0.10	0.10	0.22	0.10	0.08	0.18			
94	Résidus de pomme de terre (fractions N et Kd de la pulpe de betterave)	4-03-775	Conc.	10.5	5.2	2.3	4.5	90.5	5.0	2.0	66.2	76.3	90	2.47	1.84	3.14	5.34	4.21	0.95	1.34	3.62	3.11	0.67	4.40	29.75	14.15	3.19
	N			79	2	2								3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
	ET			8.4										0.30	0.20	0.13	0.25	0.73	0.08	0.19	0.14	0.26	0.04	0.19			
95	Son de riz	4-03-928	Conc.	15.5	3.7	0.4	32.6	49.0	18.4	5.0	40.7	47.7	65	7.80	2.78	3.42	7.10	4.65	2.05	2.23	4.76	3.87	1.17	5.24	42.84	10.85	4.79
	N			86	11	3	1	1	1	1				14	14	14	14	14	14	14	14	14	14				
	ET			2.2	1.7	0.1								0.33	0.07	0.19	0.32	0.18	0.12	0.11	0.39	0.15	0.03	0.24			
96	Seigle annuel ensilage stade végétatif (fractions N et Kd provenant du tourteau de canola)	3-21-853	Humide	16.1	1.9	0.9	56.6	33.0	10.4	5.9	24.3	26.3	65	1.04	1.21	3.45	4.88	2.35	1.16	0.66	3.42	2.51	0.60	4.80	25.42	9.24	4.56
	N			1175	31	504								10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
	ET			3.1	1.4	0.4								0.13	0.23	0.78	2.53	1.23	0.15	0.01	0.80	0.37		1.21			
97	Tourteau de safran (Carthame) extrait au solvant	5-04-110	Conc.	29.0	2.0	1.2	23.2	70.4	6.4	10.4	26.6	35.7	75	8.72	2.52	2.86	6.50	3.16	1.45	1.62	4.57	2.78	1.41	5.04	39.01	8.10	3.72
	N			5	1	1																					
	ET			0.2																							
98	Grain de sorgho roulé	4-04-380	Conc.	11.6	2.8	1.0	18.9	79.4	1.7	5.5	36.0	47.3	85	4.09	2.44	3.94	13.06	2.38	1.81	1.88	5.25	3.37	1.09	4.95	42.38	5.62	4.27
	N			437	2	2	2	2	1	2				115	115	115	115	115	115	115	115	115	115				
	ET			1.8			6.4	7.6		0.7				0.32	0.17	0.19	0.69	0.24	0.15	0.18	0.32	0.12	0.06	0.27			
99	Grain de sorgho floconné (a.a. provenant du grain de sorgho roulé)	4-04-380	Conc.	11.6	2.8	1.0	33.2	21.9	44.9	2.5	58.6	61.3	85	4.09	2.44	3.94	13.06	2.38	1.81	1.88	5.25	3.37	1.09	4.95	42.38	5.62	4.27
	N																										
	ET																										
100	Ensilage de sorgho (fractions N et Kd provenant de l'ensilage de maïs standard)	3-22-371	Humide	9.1	2.4	1.2	42.4	37.3	20.3	4.1	39.4	41.7	70	4.07	2.47	3.91	13.04	2.64	1.93	0.64	5.24	3.59	1.16	5.00	43.04	6.13	4.48
	N			1168	18	581								4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
	ET			2.6	1.0	0.6								0.80	0.43	0.25	0.94	0.36	0.01	0.09	0.49	0.30	0.11	0.38			
101	Foin de sorgho, type soudan (information nutritionnelle provient du foin de graminées mature)	1-04-480	Sec	9.4	2.8	1.2	28.4	52.9	18.7	5.0	41.4	43.9	60	3.83	1.63	3.32	6.22	3.48	1.30	1.17	3.92	3.60	1.24	4.51	33.05	10.53	3.93
	N			726	7																						
	ET			2.2	0.5																						
102	Ensilage de sorgho type soudan (a.a. provenant d'ensilage d'herbe mature)	3-04-499	Humide	10.8	2.4	1.2	37.6	29.7	32.7	3.7	48.6	50.5	55	3.06	1.66	3.60	6.23	3.35	1.23	0.77	4.37	3.42	1.07	4.91	32.90	10.18	3.74
	N			140	1	138	1	1	1	1																	
	ET			3.2		0.4																					
103	Écailles de soya	1-04-560	Conc.	13.9	3.5	1.0	22.5	72.2	5.3	6.2	34.4	44.6	70	5.18	2.88	3.86	6.50	6.27	1.16	1.76	4.33	3.60	1.08	4.56	39.43	15.90	2.94
	N			138	18	16	2	2	2	2				8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
	ET			4.6	0.5	0.3	5.5	6.9	1.4	0.1				0.33	0.12	0.01	0.22	0.36	0.07	0.13	0.20	0.12	0.10	0.16			

No.	Aliment	No. International	Type aliment	PB %	NDIPB %	ADIPB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	Exemple RUP (%PB)		RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %AAE	Met %AAE
							A	B	C		CVMS = 2.0% PV	CVMS = 4.0% PV															
							Fourrage	Fourrage	Fourrage		=25% CVMS	=50% CVMS															
104	Tourteau de soya 45% PB, expeller	5-12-820	Conc.	46.3	9.6	0.4	8.7	91.3	0.0	2.4	58.0	69.0	93	7.40	2.77	4.56	7.81	6.27	1.45	1.48	5.26	3.98	1.27	4.71	45.47	13.79	3.19
	N ET			546 3.2	16 5.9	3 0.1	3 9.7	3 9.7	1 1	3 0.8				9 0.28	9 0.05	9 0.21	9 0.16	9 0.07	9 0.01	9 0.01	9 0.27	9 0.09	9 0.04	9 0.16			
105	Tourteau de soya bruni sans enzyme		Conc.	50.0	27.0	1.6	2.4	97.6	0.0	1.7	69.4	79.4	93	6.78	2.40	4.56	8.92	5.78	1.32	1.46	5.60	4.31	1.27	5.46	46.40	12.46	2.84
	N ET			14 1.6	2 4.9	2 0.8	7 1.8	7 1.8	1 1	7 0.2				4 0.17	4 0.06	4 0.18	4 0.18	4 0.25	4 0.09	4 0.04	4 0.09	4 0.08	4 0.11	4 0.11			
106	Tourteau de soya 44% extrait au solvant	5-20-637	Conc.	49.9	0.7	0.4	22.5	76.8	0.7	9.4	24.3	34.6	93	7.38	2.77	4.56	7.81	6.28	1.45	1.52	5.26	3.98	1.27	4.69	45.43	13.82	3.19
	N ET			111 1.2		44 0.2	14 13.4	14 14.0	10 0.8	14 2.6				345 0.35	345 0.20	345 0.19	345 0.19	345 0.22	345 0.07	345 0.13	345 0.20	345 0.13	345 0.07	345 0.22			
107	Tourteau de soya 48% extrait au solvant	5-20-638	Conc.	53.8	0.7	0.4	15	84.4	0.6	7.5	30.8	42.6	93	7.32	2.77	4.56	7.81	6.29	1.44	1.50	5.26	3.96	1.26	4.64	45.30	13.89	3.18
	N ET			549 2.1	21 0.2		14 6.2	14 5.6	11 1.9	14 2.4				295 0.36	295 0.17	295 0.22	295 0.24	295 0.27	295 0.09	295 0.15	295 0.21	295 0.14	295 0.07	295 0.26			
108	Fève de soya entière crue	5-04-610	Conc.	39.2	2.3	0.6	27.8	70.2	2.0	10.9	21.5	30.4	85	7.52	2.76	4.42	7.41	5.98	1.47	1.46	4.99	3.96	1.30	4.70	44.51	13.44	3.30
	N ET			48 5.4	2 0.3	3 0.3	5 16.1	5 16.2	1 1	5 4.1				17 0.47	17 0.01	17 0.19	17 0.21	17 0.09	17 0.03	17 0.00	17 0.35	17 0.08	17 0.06	17 0.00			
109	Fève de soya entière rotie	5-04-597	Conc.	43.0	6.1	2.04	17.8	77.0	5.2	9.3	29.1	39.4	85	6.79	2.61	4.22	7.13	5.98	1.40	1.44	4.32	3.80	1.13	4.59	41.98	14.24	3.33
	N ET			410 3.8	18 4.8	4 0.9	11 8.5	11 12.8	1 1	11 3.5				13 0.38	13 0.10	13 0.03	13 0.12	13 0.08	13 0.00	13 0.00	13 0.24	13 0.03	13 0.00	13 0.05			
110	Ensilage de soya début maturité (fractions N, Kd et a.a. provenant de l'ensilage de légumineuse mi-maturité)	3-04-579	Humide	17.4	2.5	1.4	57.3	35.3	7.4	12.2	16.6	18.4	65	3.87	1.69	3.73	6.00	4.48	1.37	0.78	4.18	3.83	0.93	5.00	35.08	12.77	3.91
	N ET			20 5.1		17 0.7																					
111	Tourteau de tournesol extrait au solvant	5-30-032	Conc.	28.4	5.5	1.4	42.0	52.8	5.2	29.2	11.8	15.9	90	8.18	2.60	4.09	6.41	3.56	2.29	1.77	4.62	3.72	1.19	4.95	41.61	8.56	5.50
	N ET			48 5.0	3 0.4	3 0.4	5 17.7	5 17.3	5 4.4	5 15.2				109 0.45	109 0.18	109 0.15	109 0.21	109 0.19	109 0.12	109 0.12	109 0.22	109 0.13	109 0.06	109 0.20			
112	Graine de tournesol (a.a. provenant du tourteau de tournesol)	5-08-530	Conc.	19.2	2.9	1.9	66.7	31.7	1.6	17.0	7.9	11.2	80	8.18	2.60	4.09	6.41	3.56	2.29	1.77	4.62	3.72	1.19	4.95	41.61	8.56	5.50
	N ET			15 4.2	1 0.1	1 0.1	1 1	1 1	1 1	1 1																	
113	Résidus de tomates (fractions N et Kd provenant de la pulpe de citruses)	5-05-042	Conc.	19.3	8.0	3.8	41.7	53.3	5.0	7.4	24.2	31.7	80	5.53	1.83	3.23	7.87	7.40	0.47	0.47	4.17	3.23	0.94	4.64	39.31	18.80	1.20
	N ET			22 4.8	1 0.1	2 0.1																					
114	Triticale ensilage épié (fractions N et Kd provenant de l'ensilage d'orge)	3-26-208	Humide	13.8	2.2	1.0	56.6	32.9	10.5	5.9	24.3	26.4	65	3.84	2.53	3.04	5.86	1.83	1.31	1.43	4.78	2.14	1.03	3.68	31.47	5.82	4.16
	N ET			107 4.0	2 0.8	86 0.8								3 0.45	3 0.33	3 0.22	3 0.08	3 0.19	3 0.11	3 0.11	3 0.47	3 0.16	3 0.36	3 0.36			
115	Son de blé	4-05-190	Conc.	17.3	2.8	1.4	33.7	62.5	3.8	20.0	14.6	20.7	75	6.84	2.82	3.15	6.16	4.05	1.57	2.10	3.97	3.26	1.37	4.50	37.68	10.75	4.17
	N ET			81 1.1	8 0.3	86 0.3	4 13.1	4 15.3	3 2.3	4 8.1				75 0.34	75 0.19	75 0.13	75 0.19	75 0.24	75 0.09	75 0.15	75 0.21	75 0.13	75 0.15	75 0.24			

No.	Aliment	No. International	Type aliment	PB %	NDIPB %	ADIPB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	Exemple RUP (%PB)		RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %AAE	Met %AAE
							A	B	C		CVMS =2.0% PV	CVMS =4.0% PV															
							Fourrage	Fourrage																			
116	Grain de blé roulé	4-13-245	Conc.	14.2	1.7	0.2	27.1	65.1	7.8	18.8	19.6	26.2	95	4.69	2.43	3.32	6.64	2.81	1.60	2.20	4.59	2.90	1.19	4.24	34.42	8.16	4.65
		N		165	5	5	6	6	6	6				278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278			
		ET		2.3	0.7	0.1	18.6	28.2	16.2	8.5				0.47	0.18	0.15	0.27	0.30	0.10	0.15	0.23	0.13	0.10	0.27			
117	Foin de blé épié (fractions N et Kd provenant du foin d'avoine, a.a. provenant de l'ensilage de blé)	1-05-170	Sec	9.4	1.1	0.8	35	53.1	11.9	4.3	36.9	39.4	70	2.02	3.60	4.01	6.64	4.21	1.77	0.61	4.24	4.21	1.03	5.80	37.51	11.22	4.72
		N		120	7	17																					
		ET		3.8	0.2	0.1																					
118	Grue blanc de blé	4-05-205	Conc.	18.5	2.8	0.5	40.3	53.6	6.1	15.2	17.7	23.7	90	5.86	2.75	3.44	6.65	3.63	1.60	2.04	4.43	3.11	1.28	4.63	37.38	9.71	4.28
		N		245	26	30	4	4	3	4				120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120			
		ET		2.1	0.4	0.1	23	25.3	3.1	3.4				0.44	0.10	0.14	0.23	0.31	0.09	0.11	0.23	0.09	0.12	0.16			
119	Ensilage de blé début épiaison	3-21-865	Humide	12.0	1.5	1.0	69.5	8.7	21.8	29.0	22.9	23.2	70	2.02	3.60	4.01	6.64	4.21	1.77	0.61	4.24	4.21	1.03	5.80	37.51	11.22	4.72
		N		471	30	397	2	2	2	2				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
		ET		3.0	0.8	0.4	0.4	1.6	1.2	11.7				0.26	0.50	0.25	0.43	0.41	0.04	0.10	0.00	0.28	0.09	0.31			
120	Paille de blé (a.a. estimées)	1-05-175	Sec	4.8	2.1	1.4	9.3	51.4	39.3	1.4	76.4	78.3	65	1.08	1.64	1.78	3.25	3.25	1.19	1.07	2.08	3.25	1.42	2.67	21.61	15.04	5.51
		N		161	8	8	2	2	2	2																	
		ET		1.9	0.2	0.3	3.7	47.2	50.6	0.8																	
121	Lactosérum de bovins frais (fractions N et Kd estimées)	4-08-134	Conc.	14.6	NA	NA	90.0	10.0	0.0	5.0	4.6	6.0	95	2.09	1.89	5.12	8.95	7.42	1.41	2.04	2.94	5.94	1.48	4.92	42.16	17.60	3.34
		N		68																							
		ET		14.1										13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13			

1 Source NRC (2001)

Tableau 15.2b Fractions azotées et composition en acides aminés (a.a.) d'aliments utilisés moins communément<sup>1</sup>

No.	Aliment	N et ET	Type	PB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %EAA	Met %EAA
					A	B	C																
1	Luzerne cubes secs (a.a. provenant de foin de légumineuse mi-maturité)		Sec	19.5	37.9	52.7	9.4	10.8	75	5.14	1.95	4.23	7.36	5.09	1.56	1.42	4.76	4.38	1.50	5.24	41.21	12.35	3.79
2	Luzerne cubes ensilés (a.a. provenant de ensilage de légumineuse mi-maturité)	N	Humide	4	4	4	4	4	65	3.87	1.69	3.95	6.36	4.41	1.37	0.79	4.18	3.83	0.94	5.00	35.60	12.39	3.85
		ET		0.3	4.8	7.3	2.5	3.6															
3	Orge variétés sans écailles (his, et Phe provenant de orge grain roulé)	N	Conc.	1	1	1	1	1	90	4.26	2.30	3.04	5.99	3.07	1.53	2.04	5.11	2.94	1.18	4.55	36.00	8.53	4.25
		ET		12.8	31.8	62.6	5.6	24.6															
4	Grain orge traité à la chaleur (a.a. provenant du grain d'orge roulé)	N	Conc.	2	8	8	8	8	85	42	0.21	42	42	42	42	42	42	42	14	42	42	42	42
		ET		0.4	7.6	8	0.9	5.8															
5	Grain orge humide (a.a. provenant du grain d'orge roulé)	N	Conc.	3	3	3	3	3	85	4.82	2.30	3.44	6.96	3.33	1.66	2.28	5.11	3.32	1.12	4.73	36.80	9.05	4.51
		ET		12.1	27	60.7	12.3	7															
6	Grain orge humide traité à l'ammoniac (a.a. provenant du grain d'orge roulé)	N	Conc.	2	4	4	4	4	85	4.82	2.30	3.44	6.96	3.33	1.66	2.28	5.11	3.32	1.12	4.73	36.80	9.05	4.51
		ET		0.6	21.9	22.6	9.1	10.2															
7	Orge résidus de meunerie 80% NDF	N	Conc.	5	5	5	5	5	70														
		ET		1.6	18.2	13	5.3	11.9															
8	Orge résidus de meunerie 60% NDF	N	Conc.	2	2	2	2	2	70														
		ET		0.4	2	0.8	2.8	2.2															
9	Orge variétés sans écaille trempée roulée (a.a. provenant de l'orge variété sans écaille)	N	Conc.	1	1	1	1	1	85	4.26	2.30	3.04	5.99	3.07	1.53	2.04	5.11	2.94	1.18	4.55	36.00	8.53	4.25
		ET		12.5	11.8	81.2	7	14.5															
10	Ensilage d'orge végétatif (a.a. provenant de l'ensilage de seigle)	N	Humide	5	5	5	5	5	65	1.04	1.21	3.45	4.88	2.35	1.16	0.66	3.42	2.51	1.42	4.80	26.42	8.96	4.39
		ET		0.4	3.2	3.6	1.2	2.1															
11	Paille d'orge (PB et a.a. estimés)	N	Sec	1	1	1	1	1	65	1.08	1.64	1.78	3.25	3.25	1.19		2.08	3.25	1.42	2.67	21.61	15.04	5.51
		ET		4.3	46.9	27.4	25.7	1.3															
12	Borage (Borago officinalis) tourteau	N	Conc.	1	1	1	1	1															
		ET		32.5	31.8	48.6	19.6	7.9															
		N		2	2	2	2	2															
		ET		1.3	0.1	4.5	4.4	2.7															





No.	Aliment	N et ET	Type	PB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %EAA	Met %EAA
					A	B	C																
24	Tourteau de crambe (crabme abyssinica), sans écaïlle, extrait au solvant	N ET	Conc.	49.4	56.0	42.0	2.0	18.4	90														
				1	1	1	1	1															
25	Tourteau de crambe, avec une partie des écaïlles, extrait au solvant	N ET	Conc.	29.2	78.0	13.0	9.0	11.4	90														
				1	1	1	1	1															
26	Féverole de crambe crue, cassée (a.a. provenant du NRC (1998) porc)	N ET	Conc.	31.4	67.0	33.0	0.0	3.9	90	8.98	2.64	4.06	7.44	6.38	0.79	1.26	4.06	3.5	0.87	4.49	43.21	14.77	1.83
				1	1	1	1	1															
27	Tourteau de chanvre (Cannabis sativa L.)	N ET	Conc.	32.1	6.5	90.1	3.4	2.9	85														
				1	1	1	1	1	1														
28	Tourteau de lin expeller, (a.a. provenant du tourteau de lin extrait au solvant)	N ET	Conc.	37.8	19.3	59.7	21	5.3	85	8.84	2.02	4.64	6.13	3.69	1.76	1.76	4.67	3.75	1.55	5.18	42.23	8.74	4.17
				1	1	1	1	1															
29	Graines de lupin cassées	N ET	Conc.	34.5	30.1	66.5	3.4	26.1	75	10.08	2.38	4.13	7.23	4.49	0.81	1.51	3.80	3.50	0.76	3.80	40.99	10.95	1.98
				7	7	7	7	7		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
				2.4	27.3	24.9	4.6	21.3		1.1	0.35	0.13	0.24	0.25	0.09	0.38	0.18	0.15	0.04	0.15	9	9	9
30	Graines de lupin extrudées (a.a. provenant de graines de lupin cassées)	N ET	Conc.	37.9	41.3	57.9	0.8	4.6	95	10.08	2.38	4.13	7.23	4.49	0.81	1.51	3.80	3.50	0.76	3.80	40.99	10.95	1.98
				7	7	7	7	7															
				2.7	23.7	24.2	0.6	2.2															
31	Ensilage de lupin 45% NDF	N ET	Humide	16.0	39.8	47.2	13.0	24.0	75														
				1	1	1	1	1															
32	Poudre de lait écrémé	N ET	Conc.	38.5	15	1.5			95	3.37	2.84	5.13	9.84	7.71	2.49	0.79	4.88	4.41	1.37	6.32	48.36	15.94	5.15
				15	15	15				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
				0.2	0.14	0.24				0.2	0.14	0.24	0.39	0.48	0.14	0.05	0.18	0.22	0.02	0.17			
33	AMANDE DE PALMIER Sous-produits de	N ET	Conc.	18.9	9.6	80.8	9.6	1.6	75														
				7	7	7	7	7															
				1.9	6.1	7.6	2.2	0.4															
34	Pois des champs	N ET	Conc.	25.6	55.5	44.4	0.1	16.7	80	8.93	2.59	4.09	7.24	7.17	1.00	1.47	4.70	3.75	0.90	4.67	46.51	15.42	2.15
				2	5	5	5	5		77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
				1.7	11.5	11.5	0.1	8.1		0.98	0.15	0.15	0.19	0.25	0.08	0.12	0.22	0.13	0.04	0.18	77	77	77
35	Pois des champs extrudés (a.a. provenant du pois des champs)	N ET	Conc.	24.5	15.7	75.4	8.9	13.1	90	8.93	2.59	4.09	7.24	7.17	1.00	1.47	4.70	3.75	0.90	4.67	46.51	15.42	2.15
				4	4	4	4	4															
				0.8	3.5	3.9	7	6.6															
36	Tourteau de colza extrait au solvant	N ET	Conc.	38.4	23.4	69.2	7.4	13.1	70	6.17	2.80	3.93	7.09	5.62	2.04	2.54	4.06	4.42	1.30	5.09	42.52	13.22	4.80
				6	6	6	6	6		268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268
				2.5	6.6	6.6	2.6	4.3		0.52	0.21	0.15	0.18	0.41	0.10	0.18	0.16	0.18	0.08	0.23	268	268	268

No.	Aliment	N et ET	Type	PB %	Fractions N (% PB)			Kd (%/h) de B	RUP Digest %	Arg %PB	His %PB	Ile %PB	Leu %PB	Lys %PB	Met %PB	Cys %PB	Phe %PB	Thr %PB	Trp %PB	Val %PB	TEAA %PB	Lys %EAA	Met %EAA
					A	B	C																
37	Tourteau de colza extrait au solvant chauffé (a.a. provenant de tourteau de colza extrait au solvant)	N ET	Conc.	38.4	18.3	74.8	6.9	10.4	75	6.17	2.80	3.93	7.09	5.62	2.04	2.54	4.06	4.42	1.30	5.09	42.52	13.22	4.80
38	Grains de seigle	N ET	Conc.	6 2.5 10.9 14 1.5	6 8	6 7.5	6 3.3	6 2.6	80	5.4 14 14 0.38	2.59 14 14 0.21	3.57 14 14 0.28	6.54 14 14 0.37	4.05 14 14 0.36	1.81 14 14 0.13	2.55 14 14 0.19	4.89 14 14 0.31	3.58 14 14 0.24	0.99 14 14 0.06	5.08 14 14 0.36	38.50	10.52	4.70
39	Grains de sorgho extrudé (a.a. provenant de grain roulé)	N ET	Conc.	8.3	33.2	21.9	44.9	2.5	85	4.09	2.44	3.94	13.06	2.38	1.81	1.88	5.25	3.37	1.09	4.95	42.38	5.62	4.27
40	Tourteau de tournesol roti extrait au solvant (PB et a.a. provenant de tourteau de tourne- sol extrait au solvant)	N ET	Conc.	1 28.4	1 33.4	1 32.3	1 34.3	1 4.4	90	8.77	2.60	4.16	6.42	3.38	2.36	1.77	4.62	3.68	1.24	4.95	42.19	8.01	5.59
41	Ensilage de tournesol (TRP estimé)	N ET	Humide	12.5	6 2.9	6 11	6 11.9	6 0.8	70	6.67	2.18	3.44	5.38	2.99	1.92	1.74	3.88	3.12	1.24	4.16	35.02	8.54	5.48
42	Grain de triticales moulu	N ET	Conc.	14.5 1	51.3	45.9	2.8	43	90	0.87 5.29 31 0.28	0.38 2.53 31 0.51	0.18 3.59 31 0.66	0.34 6.82 31 0.74	0.16 3.62 31 0.46	0.09 1.79 31 0.20	0.20 2.45 31 0.35	0.18 4.78 31 0.80	0.11 3.35 31 0.40	0.31 1.04 31 0.12	0.31 4.78 31 0.65	37.59	9.63	4.76
43	Drêches de distillerie de blé, séché	N ET	Conc.	42.3	21.1	76.9	2	26.1	80	2.59	3.16	3.53	6.12	1.55	1.41	4.43	3.05	1.09	4.54	31.47	4.93	4.48	
		N ET		2 1.8	2 2.1	2 2.5	2 0.4	2 0.8		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

1 Source NRC (2001)

**BIBLIOGRAPHIE**

- Alderman, G. and Blake, J.S. 2001. A critique of the Cornell net carbohydrate and protein system with emphasize on dairy cattle. 2. The post-rumen digestion model. *J. Anim. Feed Sci.* 10 : 203-221.
- Bateman, II, H.G., Clark, J.H., Patton, R.A., Peel, C.J. and Schwab, C.G. 2001a. Accuracy of prediction of computer models to predict passage of crude protein and amino acids to the duodenum of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 84 : 649-664.
- Bateman, II, H.G., Clark, J.H., Patton, R.A., Peel, C.J. and Schwab, C.G. 2001b. Prediction of crude protein and amino acid passage to the duodenum of lactating cows by models compared with in vivo data. *J. Dairy Sci.* 84 : 665-679.
- Castillo, A.R., Kebreab, E., Beever, D.E., Barbi, J.H., Sutton, J.D., Kirby, H.C. and France, J. 2001a. The effect of energy supplementation on nitrogen utilisation in lactating dairy cows fed grass silage diets. *J. Anim. Sci.* 79 : 240-246.
- Castillo, A.R., Kebreab, E., Beever, D.E., Barbi, J.H., Sutton, J.D., Kirby, H.C. and France, J. 2001b. The effect of protein supplementation on nitrogen utilisation in lactating dairy cows fed grass silage diets. *J. Anim. Sci.* 79 : 247-253.
- Fu, C.J., Felton, E.E.D., Lehmkuhler, J.W. and Kerley, M.S. 2001. Ruminant peptide concentration required to optimise microbial growth and efficiency. *J. Anim. Sci.* 79 : 1305-1302.
- Haig, P.A., Mutsvangwa, T., Spratt, R. and McBride, B.W. 2002. Effects of dietary protein solubility on nitrogen losses from lactating dairy cows and comparison with prediction from the Cornell net carbohydrate and protein system. *J. Dairy Sci.* 85 : 1208-1217.
- Hoffman, P.C., Esser, N.M., Bauman, L.M., Denzine, S.L., Engstrom, M. and Chester-Jones, H. 2001. Short communication: Effect on dietary protein on growth and nitrogen balance of holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 84 : 843-847.
- Jonker, J.S., Kohm, R.A. and High, J. 2002a. Use of milk urea nitrogen to improved dairy cow diets. *J. Dairy Sci.* 85 : 939-946.
- Jonker, J.S., Kohm, R.A. and High, J. 2002b. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilisation efficiency. *J. Dairy Sci.* 85 : 1218-1226.
- NRC. 1985. Ruminant Nitrogen usage. US. Academy of Science, Washington, D.C. 138 p.
- NRC. 1996. National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington, D.C. 242 p.

NRC. 2001. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington, D.C. 381 p.

Rajala-Schultz, P.J., Sarville, W.J.A., Fraser, G.S. and Wittum, T.E. 2001. Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84 : 482-484.

Sannes, R.A., Messman, M.A. and Vogoni, D.B. 2002. Form of rumen degradable carbohydrate and nitrogen on microbial protein synthesis and protein efficiency of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85 : 900-908.

**INDEX**

ADG	=	Gain moyen quotidien, exprimé en kg/jour
CW	=	Poids du fœtus en kg
ECP	=	Protéines endogènes (protéines de la salive, des cellules épithéliales du système digestif et respiratoire et celles provenant des sécrétions enzymatiques qui se déversent dans l'abomasum), exprimées en g/jour
EffMP <sub>CROISS</sub>	=	Coefficient d'efficacité d'utilisation de la protéine métabolisable pour la croissance
EQEBG	=	Taux de gain de poids vide, exprimé en kg
EQEBW	=	Poids vide équivalent en kg (0,891 x EQSBW)
EQSBW	=	Poids équivalent après les freintes occasionnées par le transport de l'animal en kg
Fraction A	=	Fraction des protéines d'un aliment la plus rapidement dégradée dans le rumen (azote non protéique, vitesse de dégradation infinie)
Fraction B <sub>1</sub>	=	Fraction des protéines d'un aliment dont la vitesse de dégradation dans le rumen est très élevée (120 à 400 % par heure)
Fraction B <sub>2</sub>	=	Fraction des protéines d'un aliment dont la vitesse de dégradation dans le rumen est moyenne (3 à 16 % par heure)
Fraction B <sub>3</sub>	=	Fraction des protéines d'un aliment dont la vitesse de dégradation dans le rumen est tellement faible qu'une partie importante de cette fraction n'est pas dégradée dans le rumen (0,06 à 0,55 % par heure)
Fraction C	=	Fraction protéique de l'aliment dont la dégradabilité est nulle
Ingestion	=	Niveau d'ingestion au-dessus des besoins en énergie d'entretien de l'animal. Exemple, si la CVMS de l'animal se situe à trois fois son entretien donc : ingestion = 3 - 1 = 2
K <sub>d</sub>	=	Vitesse ou taux de dégradation pour une fraction donnée (A, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ou B <sub>3</sub> ) de la protéine d'un aliment, exprimée en % par heure
K <sub>p</sub>	=	Taux de passage de l'aliment dans le rumen. On assume une valeur égale pour toutes les fractions, exprimé en % par heure
MCP	=	Quantité de protéines microbiennes totales, exprimée en g/jour
MP	=	Quantité de protéines métabolisables totales, exprimée en g/jour

$MP_{\text{CROISS}}$	=	Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins de croissance de l'animal, exprimée en g/jour
$MP_{\text{Endogène}}$	=	Quantité de protéines métabolisables d'origine endogène, exprimée en g/jour
$MP_{\text{Entretien}}$	=	Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins d'entretien de l'animal, exprimée en g/jour
$MP_{\text{Lact}}$	=	Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins de lactation de l'animal, exprimée en g/jour
$MP_{\text{Microbienne}}$	=	Quantité de protéines métabolisables provenant de la fraction microbienne, exprimée en g/jour
$MPP_{\text{reg}}$	=	Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins de gestation de l'animal, exprimée en g/jour
$MP_{\text{RUP}}$	=	Quantité de protéines métabolisables provenant de la fraction non dégradables des protéines d'un aliment ou de la ration totale, exprimée en g/jour
$MSBW$	=	Poids vide à maturité en kg ( $MW \times 0,96$ )
$MW$	=	Poids à maturité en kg
$NPg$	=	Protéine nette nécessaire pour la croissance en g/jour
$RDP$	=	Protéines dégradées dans le rumen exprimées en % des protéines brutes pour un aliment ou une ration
$RDP_A$	=	Quantité de protéines dégradées dans le rumen pour un aliment, exprimée en g
$RDP_T$	=	Quantité totale de protéines dégradées dans le rumen pour la ration, exprimée en g
$RE$	=	Énergie retenue pour le gain en Mcal (NRC 1996)
$RUP$	=	Protéines non dégradées dans le rumen exprimées en % des protéines brutes pour un aliment ou une ration
$RUP_A$	=	Quantité de protéines non dégradées dans le rumen pour un aliment, exprimée en g
$RUP_{\text{DIGEST}}$	=	Digestibilité de la fraction non dégradables d'un aliment, exprimée en %
$RUP_T$	=	Quantité totale de protéines non dégradées dans le rumen pour la ration, exprimée en g

- 
- SBW = Poids de l'animal après les freintes ou  $0,96 \times BW$ , le poids de l'animal
- SWG = Gain de poids vif après freinte. Valeur très proche du ADG. C'est pourquoi on suggère que  $SWG \cong ADG$
- UNT<sub>1x</sub> = Unités nutritives totales de la ration, évaluées à 1 fois l'entretien et exprimées en %
- UNT ajustées = Unités nutritives totales ajustées selon le niveau d'ingestion de l'animal au-dessus du niveau d'entretien