



Bouvins laitiers

Les protides



Par : [Dany Cinq-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).

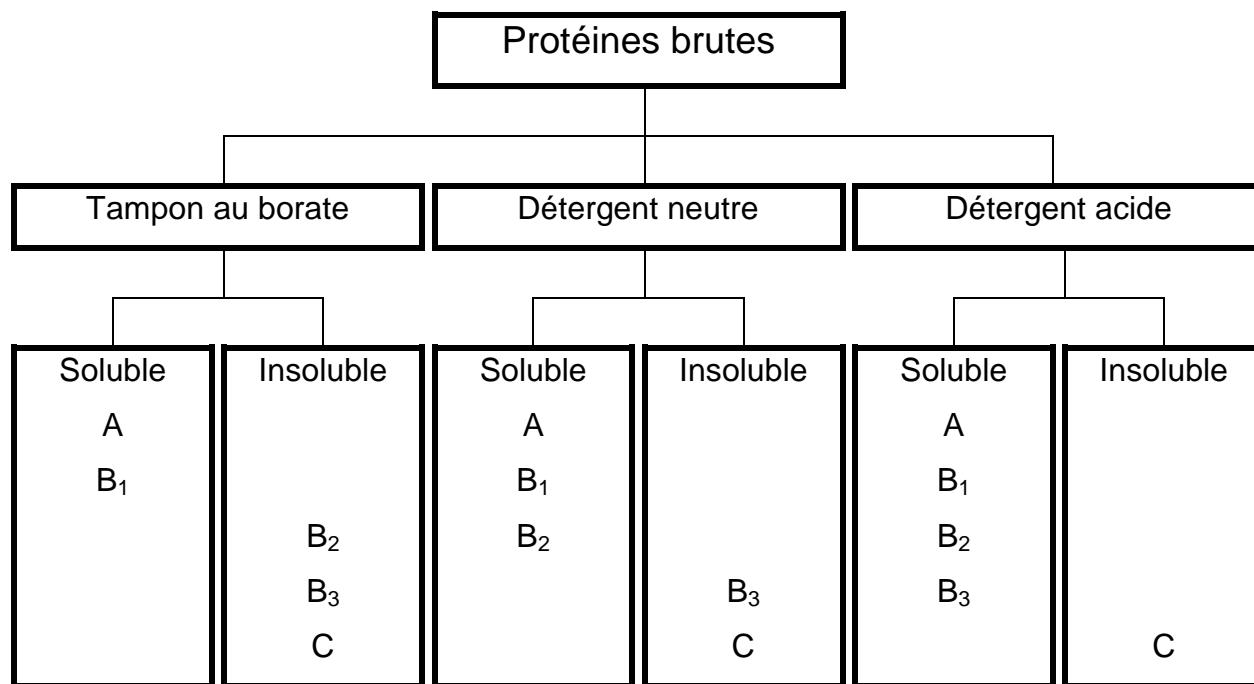


Figure 1. Fractionnement des protéines alimentaires en fonction de leur réaction avec différentes solutions (Adapté de NRC 2001)

Il existe 3 fractions B, soit B_1 , B_2 , B_3 . Elles se différencient par leur vitesse de dégradation (K_d). La fraction B_1 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_2 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_1) et la fraction protéique insoluble dans un détergent neutre (B_3C).

La fraction B_3 demeure potentiellement dégradable dans le rumen. Mais son taux de dégradation (K_d) 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_3C) 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_d = Vitesse ou taux de dégradation pour une fraction donnée exprimée en % par heure
 K_p = Taux de passage de l'aliment dans le rumen. On assume une valeur égale pour toutes les fractions, exprimé en % par heure

A, B_1 , B_2 , B_3 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 dégradable 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 :
 $K_p = 3,054 + 0,614 \times (2) = 4,28 \text{ %/heure}$

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

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 :
 $K_p = 3,362 + 0,479 \times (4) - 0,007 \times (50) - 0,017 \times (45) = 4,16 \text{ %/heure}$

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 :
 $K_p = 3,362 + 0,479 \times (4) - 0,007 \times (50) - 0,017 \times (60) = 3,90 \text{ %/heure}$

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 :

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

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) :

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

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

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 $4,5 \times$ 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 g/jour x 0,85 = 2125 g/jour

La MCP ainsi obtenue se retrouvent 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 x 64 % = MP_{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 g de protéine microbienne x 64 % = 1377 g de MP_{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 avancé 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_{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).

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

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 %.

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

Ou

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

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

$$\begin{aligned} ECP (g/j) &= 6,25 (1,9 \times 26, kg/j) = 308,8 \text{ g de protéines endogènes (équation 12)} \\ MP_{\text{Endogène}} &= 308,8 \text{ g} \times 40\% = 123,5 \text{ g de } MP_{\text{Endogène}} \text{ (équation 14)} \end{aligned}$$

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

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

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 :

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

Où : PV = Constitue le poids vif en kg
 CVMS = Consommation volontaire de matière sèche (kg)
 $\text{MP}_{\text{Microbienne}}$ = Protéine métabolisable d'origine microbienne en grammes
 $\text{MP}_{\text{Endogène}}$ = 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 :

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

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

$$\text{Équation 16 : } \text{MPPreg} = ((0,69 \times \text{jours de gestation} - 69,2) \times (\text{CBW} / 45)) / \text{EffMPPreg}$$

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 :

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

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

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

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 :

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

$$= 1925 \text{ g/jour}$$

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

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

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

$$= 0,50$$

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

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

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

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

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

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

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 aliments¹

No.	Aliment	No. International	Type aliment	Fractions N (% PB)												Exemple RUP (%PB)												
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	Fourrage		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	
											CVMS = 2.0% PV			CVMS = 4.0% PV														
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	
2	Écailles d'amandes (fractions N et Kd provenant des écailles de canola)	N ET 4-00-359	Conc.	221 3.3 6.5	3 0.3 2.3	70 0.1 1.8	4 7.2 29.6	4 9.2 35.4	3 3.9 35.0	4 4.0 5.3	15.6	55.7	50	15 0.39 2.23	15 0.11 0.86	15 0.21 2.35	15 0.37 4.05	15 0.31 2.74	15 0.08 0.90	15 0.07 0.71	15 0.33 2.80	15 0.14 2.70	15 0.14 2.70	15 0.07 1.00	15 0.22 3.53	23.16	11.83	3.89
3	Résidus de pommes humides (fractions N et Kd provenant de la pulpe de citrus déshydratée)	N ET 4-25-450	Conc.	32 2.5 7.7	4 0.3 3.7	3 0.4 3.1	41.7	53.3	5.0	7.4	24.2	31.7	80	7 0.28 4.52	7 0.06 1.86	7 0.29 3.13	7 0.32 5.58	7 0.32 3.93	7 0.26 1.38	7 0.08 1.18	7 0.33 3.31	7 0.34 3.04	7 0.38 0.88	7 0.41	31.74	12.38	4.35	
4	Sous-produits de pâtisserie (fractions N et Kd provenant du grue blanc)	N ET 4-00-466	Conc.	65 3.8 12.5	3 0.9 2.3	4 0.7 1.1	40.3	53.6	6.1	15.2	17.7	23.7	90	3 0.03 4.74	3 0.10 2.61	3 0.03 4.00	3 0.05 7.77	3 0.01 2.91	3 0.04 1.73	3 0.04 2.14	3 0.06 5.44	3 0.06 3.36	3 0.04 1.15	3 0.04 4.42	38.12	7.63	4.54	
5	Résidus de pain (fractions N et Kd provenant du grue blanc et a.a. provenant de sous-produits pâtisserie)	N ET 4-00-466	Conc.	188 3.6 15.0	5 1.1 0.6	3 0.6 0.5	40.3	53.6	6.1	15.2	17.7	23.7	90	104 0.52 4.74	104 0.24 2.61	104 0.25 4.00	104 0.38 7.77	104 0.16 2.91	104 0.22 1.73	104 0.11 2.14	104 0.19 5.44	104 0.36 3.36	104 0.06 1.15	104 0.28 4.42	38.12	7.63	4.54	
6	Sous-produits de céréales (fractions N, Kd et a.a. provenant du son de blé)	N ET 4-00-466	Conc.	70 2.7 9.1	1 1.1 3.2	2 0.6 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	
7	Sous-produits de biscuits (fractions N et Kd provenant du grue blanc)	N ET 4-24-852	Conc.	61 2.1 9.7	5 1.4 1.9	6 0.7 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	
8	Orge grain roulé	N ET 4-00-528	Conc.	36 3.1 12.4	4 1.0 1.8	4 0.3 0.5	30.2	61.2	8.6	22.7	18.1	23.7	85	2 0.74 5.07	2 0.24 2.30	2 0.16 3.47	2 0.93 6.97	2 0.28 3.63	2 0.45 1.70	2 0.30 2.28	2 0.37 5.11	2 0.32 3.42	2 0.23 1.17	2 0.23 4.90	37.74	9.62	4.50	
9	Orge malt	N ET 5-00-545	Conc.	795 2.1 20.1	60 1.1 3.7	37 0.4 1.1	13.5	13.9	4.6	8.9	116	116	116	116 0.27 4	116 0.21 4	116 0.14 4	116 0.25 4	116 0.09 4	116 0.17 4	116 0.23 4	116 0.13 4	116 0.07 4	116 0.24 4	116 0.07 4	116 0.24 4	116 0.07 4		
10	Ensilage d'orge montaison (a.a. provenant de l'ensilage de seigle)	N ET 3-00-512	Humide	40 3.5 12.0	2 2 1.6	2 2 0.9	56.0	32.9	10.5	5.9	24.3	26.4	65	0.85 1.04	0.44 1.21	0.31 3.45	0.36 4.88	0.94 2.35	0.13 1.16	0.23 0.66	0.64 3.42	0.32 2.51	0.28 1.42	0.55 4.80	26.42	8.96	4.39	
11	Pulpe de betterave	N ET 4-00-669	Conc.	528 2.6 10.0	25 0.6 5.5	265 0.4 0.6	6 29.7 90.5	6 29.9 5.0	6 3.3 2.0	6 2.0	66.2	76.3	80	3.23 11 0.96	2.54 11 0.36	3.18 11 0.24	5.10 11 0.46	4.35 0.59	1.24 0.19	1.10 0.19	2.93 0.20	3.38 0.39	0.81 0.09	4.70 0.50	31.46	13.83	3.94	

No.	Aliment	No. International	Type aliment	Exemple RUP (%PB)																											
				Fractions N (% PB)												CVMS = 2.0% PV		CVMS = 4.0% PV													
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	Fourrage =25% CVMS	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					
12	Foin, début de montaison	1-20-900	Sec	10.4	4.0	0.9	36.7	51.7	11.6	8.1	27.6	29.8	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				
		N ET		325 2.3	7 0.7	12 0.2																									
13	Tifton-85, foin, 3-4 sem. de croiss.	IFN	Sec	13.7	5.3	1.2	36.7	51.7	11.6	8.1	27.4	29.6	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				
		N ET		5 1.9																											
14	Farine de sang séché au tambour	5-00-380	Conc.	95.5	NA	NA	10.1	60.9	29.0	1.9	70.9	77.5	80	4.38	6.36	1.26	12.82	8.98	1.17	1.28	6.85	4.34	1.59	8.68	56.43	15.91	2.07				
		N ET		84 8.3			8 8.5	8 39.7	5 33.3	8 2.3				53 0.23	53 0.35	53 0.20	53 0.38	53 0.34	53 0.15	53 0.16	53 0.31	53 0.36	53 0.13	53 0.33	56.43	15.91	2.07				
15	Farine de sang séché en vrac (a.a. provenant de farine de sang séché au tambour)	N ET	Conc.	95.5	NA	NA	10.1	60.9	29.0	1.9	70.9	77.5	65	4.38	6.36	1.26	12.82	8.98	1.17	1.28	6.85	4.34	1.59	8.68	56.43	15.91	2.07				
		N ET		10.1 10.1																											
16	Drêches de brasserie séchées	5-12-024	Conc.	29.2	9.1	3.5	18.3	64.6	17.1	4.7	47.5	56.6	80	5.77	2.00	3.85	7.85	4.08	1.70	1.85	4.60	3.58	0.98	4.75	39.16	10.42	4.34				
		N ET		688 4.0	32 3.7	30 0.9	14 7.9	14 13.8	14 10.3	14 1.4				80																	
17	Drêches de brasserie humides (trp provenant de drêches séchées)	5-00-517	Conc.	28.4	9.3	2.9	48.3	42.5	9.2	4.6	29.4	35.4	85	4.47	2.25	3.85	9.61	3.40	1.93	1.96	5.57	3.61	0.98	5.14	40.81	8.33	4.66				
		N ET		1127 4.0	23 3.9	29 0.9	4 3.3	4 5.2	4 3.8	4 2.3				85	4 0.31	4 0.04	4 0.21	4 1.03	4 0.03	4 0.06	4 0.24	4 0.37	4 0.08	4 0.41	42.56	13.20	4.39				
18	Graines de canola moulues (a.a. provenant du tourteau de canola)	5-08-109	Conc.	20.5	3.4	1.3	35.2	59.5	5.3	20.1	15.5	21.3	50	4 7.01	4 2.80	4 3.83	4 6.77	4 5.62	4 1.87	4 2.54	4 4.06	4 4.42	4 1.46	4 4.73	42.56	13.20	4.39				
		N ET		20.5 20.5			35.2 35.2	59.5 59.5	5.3 5.3	20.1 20.1				50	4 7.01	4 2.80	4 3.83	4 6.77	4 5.62	4 1.87	4 2.54	4 4.06	4 4.42	4 1.46	4 4.73	42.56	13.20	4.39			
19	Tourteau de canola extrait mécaniquement	5-03-870	Conc.	37.8	6.3	2.4	23.2	70.4	6.4	10.4	26.6	35.7	75	7.01	2.80	3.83	6.77	5.62	1.87	2.54	4.06	4.42	1.46	4.73	42.56	13.20	4.39				
		N ET		230 1.1	16 2.5	19 0.7	22 5.8	22 7.0	22 5.4	22 3.7				75	58 0.46	58 0.25	58 0.12	58 0.32	58 0.28	58 0.10	58 0.19	58 0.33	58 0.18	58 0.12	58 0.18	31.91	7.05	4.92			
20	Sous-produits de chocolat fractions N et Kd provenant de la mélasse de betterave)	N ET	Conc.	11.9	0	0	19 0.7	22 5.8	22 7.0	22 5.0	22 3.2	14.7	18.1	90	58 2.25	58 1.57	58 3.60	58 6.52	58 2.25	58 1.57	58 0.90	58 3.82	58 3.82	58 0.67	58 5.84	31.91	7.05	4.92			
		N ET		21 7.2	1 0	2 0	2 1	2 1	2 1	2 1				90	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1				
22	Pulpe de citrus	4-01-237	Conc.	6.9	0.4	0.3	41.7	53.3	5.0	7.4	24.2	31.7	80	3.39	1.88	2.79	5.01	2.56	1.03	1.38	3.63	2.91	0.76	3.78	27.74	9.23	3.71				
		N ET		469 0.6	3 0.3	1 0.1	1 1	1 2	1 2	1 2				80	15 0.29	15 0.41	15 0.18	15 0.22	15 0.28	15 0.09	15 0.27	15 0.38	15 0.11	15 0.10	15 0.37	27.74	9.23	3.71			
22	Mais épis	1-28-234	Conc.	3.0	1.7	0.8	45.0	49.4	5.6	2.8	35.2	41.5	60	4.00	2.94	3.50	12.66	2.78	2.50	2.12	4.72	3.59	0.69	4.78	42.16	6.59	5.93				
		N ET		7 0.3	1 1	1 1	12.9 2	7.9 2	0.6 2	2.9 2				60	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1				
23	Mais grains de distillerie avec solubles, séché	5-28-236	Conc.	29.7	8.6	5.0	28.5	63.3	8.2	3.6	42.2	50.8	80	4.06	2.50	3.71	9.59	2.24	1.82	1.86	4.87	3.44	0.87	4.70	37.80	5.93	4.81				
		N ET		879 3.3	37 3.4	392 2.6	3 2.6	3 5.0	3 6.8	3 0.7				80	12 0.28	12 0.21	12 0.13	12 2.80	12 0.39	12 0.21	12 0.13	12 0.37	12 0.34	12 0.16	12 0.27	35.39	7.74	4.55			
24	Gros gluten de maïs	5-28-243	Conc.	23.8	3.6	1.4	48.0	43.2	8.8	7.7	24.0	30.0	85	3.85	2.93	3.10	8.98	2.74	1.61	2.13	3.68	3.48	0.56	4.46	35.39	7.74	4.55				
		N ET		186 9	22 7	7 7	7 7	7 7	7 7	7 7				85	11 0.7	11 0.23	11 0.17	11 0.57	11 0.27	11 0.1	11 0.21	11 0.26	11 0.15	11 0.07	11 0.13						

No.	Aliment	No. International	Type aliment	Exemple RUP (%PB)																											
				Fractions N (% PB)												CVMS = 2.0% PV		CVMS = 4.0% PV													
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	Fourrage = 25% CVMS	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					
25	Fin gluten de maïs	5-28-242	Conc.	65.0 N 57	3.6 11	3.0 13	3.9 3	90.9 3	5.2 3	2.3 3	63.8 0.5	74.6 4.9	92 37.0	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 4.02	3.74 4.02	5.24 5.31				
26	Mais grain cassé (a.a. provenant maïs moulu)	4-02-854	Conc.	9.4 N ET 4-02-854	0.7 1.3 0.3	0.3 0.2	23.9 23.9	72.5 72.5	3.6 3.6	4.9 4.9	37.0 37.0	47.3 47.3	90 90	4.61 3.13	3.13 3.31	3.31 11.20	11.20 2.84	2.84 2.13	2.13 2.13	4.62 4.62	3.55 3.55	0.72 0.72	4.02 4.02	40.13 40.13	7.08 7.08	5.31 5.31					
27	Mais moulu (PB, NDIPB et ADIPB provenant de maïs cassé)	4-02-854	Conc.	9.4 N ET 4-02-854	0.7 1.3 0.3	0.3 0.2	23.9 27	72.5 27	3.6 27	4.9 27	37.0 0.5	47.3 0.05	90 90	4.61 0.05	3.13 0.04	3.31 0.14	11.20 0.03	2.84 0.02	2.13 0.02	2.13 0.05	4.62 0.05	3.55 0.03	0.72 0.04	4.02 0.04	40.13 40.13	7.08 7.08	5.31 5.31				
28	Mais grain floonné	4-02-854	Conc.	9.4 N ET 4-02-854	0.7 1.1 0.3	0.3 1	1.7 1	82.8 15.5	3.0 1	2.0 1	63.7 0.51	74.5 0.51	90 90	4.73 6	3.13 0.51	3.34 0.26	10.87 1.60	3.05 0.47	2.04 0.20	2.22 0.08	4.62 0.10	3.66 0.27	0.72 0.27	4.75 4.75	40.19 40.19	7.45 7.45	4.99 4.99				
29	Mais grain humide roulé (fractions N, Kd et a.a. provenant du maïs grain humide moulu)	4-28-265	Conc.	9.2 N ET 4-28-265	0.6 0.9 0.3	0.3 0.3	27.9 27	71.4 27	0.7 27	5.1 27	32.9 0.5	43.0 3.85	90 90	3.85 2.54	2.54 3.38	11.60 11.60	2.64 2.64	2.11 2.11	2.08 2.08	4.56 4.56	3.68 3.68	0.98 0.98	4.90 4.90	40.24 40.24	6.56 6.56	5.24 5.24					
30	Mais grain humide moulu	4-28-265	Conc.	9.2 N ET 4-28-265	0.6 0.9 0.3	0.3 0.3	27.9 3	71.4 3	0.7 3	5.1 3	32.9 3	43.0 32.8	90 90	3.85 0.74	2.54 2.29	3.38 3.54	11.60 12.97	2.64 2.60	2.11 2.00	2.08 1.96	4.56 4.50	3.68 3.56	0.98 0.68	4.90 4.74	40.24 40.68	6.56 6.39	5.24 4.92				
31	Mais grain et épis séché	4-02-849	Conc.	8.6 N ET 4-02-849	0.9 0.3 0.3	0.4 0.3	30.0 30.0	68.3 68.3	1.7 1.7	5.0 5.0	32.8 0.5	42.5 32.8	90 90	3.85 0.74	2.54 2.79	3.38 3.54	11.60 12.97	2.64 2.60	2.11 2.00	2.08 1.96	4.56 4.50	3.68 3.56	0.98 0.68	4.90 4.74	40.24 40.68	6.56 6.39	5.24 4.92				
32	Mais grain et épis humide moulu (fractions N et Kd calculées à partir du maïs grain sec et humide)	4-26-240	Conc.	8.4 N ET 4-26-240	0.7 1.6 0.1	0.3 0.3	34.0 1	65.7 1	0.3 1	5.2 1	29.6 1	38.9 0.5	90 90	3.85 0.61	2.54 0.32	3.38 0.15	14.56 0.66	2.28 0.17	1.70 1.96	2.08 4.50	4.56 3.32	3.68 3.32	0.66 0.66	4.51 4.51	41.17 41.17	5.54 5.54	4.13 4.13				
33	Mais hominy	4-02-887	Conc.	11.9 N ET 4-02-887	1.0 1.5 0.5	6 0.5	45.0 45.0	49.0 49.0	6.0 6.0	7.0 7.0	24.3 24.3	31.2 31.2	90 90	3.85 0.54	2.54 2.72	3.38 3.50	0.83 9.51	12 1.75	12 1.75	12 1.75	12 4.17	12 3.88	12 3.88	12 0.97	12 5.05	40.68 40.68	9.07 9.07	4.30 4.30			
34	Mais ensilage immature <25% MS (a.a. provenant de l'ensilage de maïs standard)	3-28-247	Humide	9.7 N ET 3-28-247	1.4 2.4 0.49	0.9 0.2	57.8 1	23.7 1	18.5 1	4.0 1	30.8 1	32.2 1	70 70	3.85 1.97	2.54 1.79	3.38 2.51	8.59 1.53	2.51 1.34	1.53 1.34	1.34 3.83	3.83 3.19	0.44 0.44	4.47 4.47	31.64 31.64	7.93 7.93	4.84 4.84					
35	Mais ensilage standard 32 à 38% MS	3-28-248	Humide	8.8 N ET 3-28-248	1.3 2.2 0.5	0.8 0.2	51.3 30.2	16.9 18.5	11 4.4	11 7	48.8 4.4	39.3 35.3	70 70	3.85 1.97	2.54 1.79	3.38 3.34	8.59 8.59	2.51 1.53	1.53 1.34	1.34 3.83	3.83 3.19	0.44 0.44	4.47 4.47	31.64 31.64	7.93 7.93	4.84 4.84					
36	Mais ensilage mature >40% MS (a.a. provenant de l'ensilage de maïs standard)	3-28-249	Humide	8.5 N ET 3-28-249	1.3 2.2 0.5	0.9 0.9	51.3 27.6	14.8 23.6	11 3.2	11 3.2	48.8 39.3	41.1 39.3	70 70	3.85 1.97	2.54 1.79	3.38 3.34	8.59 8.59	2.51 1.53	1.53 1.34	1.34 3.83	3.83 3.19	0.44 0.44	4.47 4.47	31.64 31.64	7.93 7.93	4.84 4.84					

No.	Aliment	No. International	Type aliment	Exemple RUP (%PB)																											
				Fractions N (% PB)												CVMS = 2.0% PV		CVMS = 4.0% PV													
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	Fourrage = 25% CVMS	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					
37	Graines de coton entières	N ET 5-01-614	Conc.	705 3.9 23.5	41 0.2 2.4	41 0.2 1.9	5 11.5 45.4	5 6.2 46.7	5 5.9 7.9	5 1.2 15.7	17.7	22.9	80	11.52	3.11	3.20	5.88	4.35	1.71	1.76	5.30	3.46	1.27	4.70	44.51	9.77	3.84				
				1124 2.6 6.2	71 1.2 3.0	4 0.1 1.1	4 5 29.6	4 7.9 35.4	4 4.0 5.3	4 6.9 5.3	50.6	55.7	50	79 2.21 11.42	79 0.70 3.32	79 0.34 3.39	79 0.90 7.22	79 0.48 4.66	79 0.26 1.83	79 0.23 1.62	79 0.63 5.63	79 0.91 3.81	79 0.53 1.42	79 0.52 5.00	47.68	9.77	3.84				
38	Écailles de graines de coton (fractions N et Kd provenant d'écailles de canola)	N ET 1-01-599	Conc.	134 3.6 44.9	10 0.3 3.3	1 1.8	25.6	55.5	18.9	6.8	40.0	47.9	92	3 1.57 11.05	3 0.21 2.82	3 0.14 3.09	3 0.56 5.89	3 0.61 4.13	3 0.10 1.59	3 0.17 1.68	3 0.29 5.31	3 0.20 3.23	3 0.15 1.21	3 0.21 4.24	42.55	9.71	3.74				
39	Tourteau de coton 41% PB	N ET 5-01-630	Conc.	158 4.1 0	7 0.9 0	8 0.5 0	14 6.1 0	14 16.5 0	14 15.9 0	14 2.8 0	0	47.9	0	50 0.73	50 0.20	50 0.20	50 0.25	50 0.29	50 0.10	50 0.23	50 0.14	50 0.15	50 0.06	50 0.31							
40	Gras et huile saponifiés	N ET IFN N ET IFN	Conc.	0 0 0	0 0.9 0	0 0.5 0	0 6.1 0	0 16.5 0	0 0 0	0 2.8 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
41	Suif hydrolysé	N ET IFN N ET IFN	Conc.	0 0 0	0 0.9 0	0 0.5 0	0 6.1 0	0 16.5 0	0 0 0	0 2.8 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
42	Suif partiellement hydrogéné	N ET IFN N ET IFN	Conc.	0 0 0	0 0.9 0	0 0.5 0	0 6.1 0	0 16.5 0	0 0 0	0 2.8 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
43	Suif	N ET IFN N ET IFN	Conc.	0 0 0	0 0.9 0	0 0.5 0	0 6.1 0	0 16.5 0	0 0 0	0 2.8 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
44	Huile végétale	N ET 4-05-077 N ET	Conc.	0 0 0	0 0.9 0	0 0.5 0	0 6.1 0	0 16.5 0	0 0 0	0 2.8 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
45	Farine de plumes hydrolysées	N ET 92.0	NA	NA	23.4	23.7	52.9	6.6	62.1	65.4	65	6.93	1.15	4.85	8.51	2.57	0.75	5.09	4.93	4.73	0.73	7.52	42.68	6.02	1.76						
46	Farine de plumes hydrolysées avec quelques viscères (fractions N et Kd provenant de la farine de plume hydrolysée)	N ET 5-13-540	Conc.	85.0	NA	NA	3 2.4 23.4	3 17.6 23.7	3 19.9 52.9	3 10.0 6.6	62.1	65.4	70	156 0.62 6.27	156 0.02 1.33	156 0.27 4.34	156 0.39 8.44	156 0.07 2.90	156 0.71 0.84	156 0.19 4.34	156 0.25 4.70	156 0.40 0.73	156 0.14 6.76	156 0.40 41.14	156 0.14 7.05	156 0.40 2.04					
47	Farine de poisson, anchois	N ET 5-01-985	Conc.	39 9.8 71.2	NA	NA	32.4	37.9	29.7	3.2	51.2	56.2	90	5.70	2.41	4.74	7.74	7.91	3.02	0.94	4.12	4.37	1.18	5.43	46.62	16.97	6.48				
48	Farine de poisson, menhadène	N ET 5-02-009	Conc.	58 2.2 68.5	NA	NA	7 11.3 22.8	7 19.8 72.0	7 17.5 5.2	7 2.0 1.4	59.1	65.8	90	5.82	2.83	4.09	7.22	7.65	2.81	0.91	3.99	4.20	1.05	4.82	44.48	17.20	6.32				
49	Graminées pâturage intensif	N ET 2-02-260	Humide	147 4.4 26.5	NA	NA	10 8.0 30.7	10 19.1 63.5	10 11.8 5.8	10 0.4 12.3	22.2	25.5	75	4.28	1.88	3.38	6.22	3.46	1.37	0.93	4.60	3.56	1.33	4.41	34.49	10.03	3.97				
50	Graminées foin toutes maturités confondues	N ET 1-02-250	Sec	13 5.6 10.6	NA	NA	11 0.4 1.1	14 18.3 36.7	14 17.8 50.4	14 3.4 12.9	14 4.5 8.5	28.4	30.5	65	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			

No.	Aliment	No. International	Type aliment	Exemple RUP (%PB)																							
				Fractions N (% PB)						CVMS		CVMS															
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	=25% CVMS	=50% CVMS	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
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
				44 3.3	1 0.3	38 13.4	18 11.8	18 4.6	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
52	Graminées foin immature entre 55 et 60% NDF	N ET 1-02-243	Sec	55 3.4	2 0.2	35 0.3	27 8.7	27 10.7	27 5.4	27 3.9	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		
53	Graminées foin mature >60% NDF	N ET 1-02-244	Sec	10.8 2.8	7.4	1.1	28.4	52.9	18.7	5.0	41.2	43.7	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
54	Graminées ensilage toutes maturités confondues	N ET 3-02-222	Humide	12.8 2.8	3.3	1.5	56.1	33.2	10.7	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	68 1.3	4388 0.8	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	5 0.4	57 9.9	57 8.8	57 3.6	57 4.6	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	26 0.4	11.4 8.0	16 7.3	16 1.8	16 1.8	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	12.7 3.8	3.2	1.4	47.9	37.1	15.0	4.6	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	135 2.9	110 0.5	15 13.9	15 12.0	15 10.3	15 1.9	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	
60	Mélange graminées/légumineuses prédominance graminées 75/25 mature >57% NDF	N ET 1-02-280	Sec	18.4 2.9	4.2	1.3	44.4	47.7	7.9	13.8	18.7	20.3	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	52 0.7	81 0.3	31.0	52.1	16.9	7.25	34.8	37.1	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	Exemple RUP (%PB)																							
				Fractions N (% PB)						CVMS		CVMS															
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	Fourrage =25% CVMS	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	
62	Mélange graminées/ légumineuses prédominance graminées 75/25 ensilage mi-maturité entre 51 et 57% NDF	N ET 3-02-265	Humide	18.25 17.6	3.1	16.04 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	95.30 15.4	3.1	88.05 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	166.24 19.7	3.9	159.07 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	19.03 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	5.05 4.4	90.03 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	121.07 3.1	179.06 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	41.04 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	1	164.05 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	255.08 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	Exemple RUP (%PB)																											
				Fractions N (% PB)												CVMS = 2.0% PV		CVMS = 4.0% PV													
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	Fourrage = 25% CVMS	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					
80	Légumineuses foin mature >46% NDF	1-07-789	Sec	17.8	2.1	1.7	38.9	49.6	11.5	14.0	22.5	24.1	65	5.11	1.95	4.18	7.30	5.01	1.55	1.43	4.76	4.35	1.47	5.20	40.88	12.26	3.79				
81	Légumineuses ensilage toutes maturités confondues	N ET 3-07-796	Humide	237 2.6 20.0	2.9	1.6	237 0.4 57.3	31 12.4 33.0	31 14.1 9.9	31 6.9 11.1	31 7.0 11.1	18.9	20.6	65	3.87	1.69	3.87	6.24	4.40	1.37	0.78	4.18	3.83	0.94	5.00	35.39	12.43	3.87			
82	Légumineuses ensilage immature <40% NDF	N ET 3-07-795	Humide	8576 3.0 23.2	255 1.1 3.4	8567 0.6 1.6	61.6	29.1	9.3	13.1	16.5	17.9	70	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				
83	Légumineuses ensilage mi-maturité entre 40 et 46% NDF	N ET 3-07-797	Humide	322 2.1 21.9	189 0.3 3.1	189 1.8 1.8	21 16.8 57.3	21 13.8 35.3	21 6.5 7.4	21 7.6 12.2	16.6	18.4	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				
84	Légumineuses ensilage mature >46% NDF	N ET 3-07-798	Humide	750 1.8 20.3	2	250 0.5 2.9	10 10.2 52.9	10 9.2 34.4	10 2.3 12.7	10 7.1 8.0	24.7	26.7	60	3.87	1.69	3.92	6.37	4.30	1.37	0.78	4.18	3.82	0.96	5.02	35.50	12.11	3.86				
85	Tourteau de lin extrait au solvant	N ET 5-30-288	Conc.	731 1.8 32.6	121 0.6 7.9	121 0.6 1.1	18 14.1 17.6	18 12.7 69.9	18 6.3 12.5	18 3.6 5.4	43.0	53.0	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				
86	Farine de viande	N ET 5-09-323	Conc.	57.6 66 7.6	NA	NA	34.9 1 1	35.1 1 1	25.0 1 1	6.0 1 1	41.5	47.2	80	7.06 435 0.75	2.06 435 0.26	2.96 435 0.40	6.31 435 0.54	5.38 435 0.57	1.43 435 0.21	1.12 435 0.42	3.57 435 0.29	3.38 435 0.29	0.67 435 0.07	4.44 435 0.49	37.26	14.44	3.84				
87	Farine de viande et d'os	N ET 5-00-388	Conc.	54.2 62 5.6	NA	NA	18.1 8 8.2	48.2 19.1 25.9	33.7 11.7 0.0	7.2 6.5 3.2	51.4	58.2	60	6.98 0.53 4.91	1.89 0.33 1.59	2.76 0.32 4.44	6.13 0.59 3.59	5.18 0.42 1.00	1.40 0.10 0.22	1.01 0.27 0.83	3.36 0.29 2.71	3.27 0.29 1.57	0.58 0.29 0.45	4.20 0.49 0.45	35.74	14.49	3.92				
88	Mélasse de betterave (a.a. provenant de mélasse de canne à sucre)	N ET 4-00-668	Conc.	8.5 6.5 8.5	0	0	8 8.2 74.1	8 19.1 25.9	4 11.7 0.0	8 6.5 3.2	14.7	18.1	100	227 0.53 4.91	227 0.33 1.59	227 0.32 4.44	227 0.59 3.59	227 0.42 1.00	227 0.18 0.22	227 0.27 0.83	227 0.29 2.71	227 0.26 1.57	227 0.14 0.45	227 0.14 0.45	23.84	4.19	0.92				
89	Mélasse de canne à sucre (fractions N et Kd provenant de mélasse de betterave)	N ET 4-04-696	Conc.	12 1.1 5.8	0	0	2 20.4 74.1	2 20.3 25.9	2 3.2 0.0	2 3.2 3.2	14.7	18.1	100	4.91	1.59	4.44	3.59	1.00	0.22	0.83	2.71	1.57	0.45	3.36	23.84	4.19	0.92				
90	Avoine grain vêtu roulée	N ET 4-03-309	Conc.	13.2 308 1.8	1.8	0.3	65.2 4 27.3	28.8 4 28.3	6.0 2.4 11.9	17.4 4 14.8	11.6	14.6	75	10 18 4.21	2.91 0.44 0.51	10 18 0.08	10 18 1.21	10 18 0.40	10 18 0.05	10 18 0.18	10 18 1.25	10 18 0.33	10 18 0.07	10 18 0.83	41.20	10.15	4.15				
91	Avoine foin épéé (a.a. provenant de l'ensilage d'avoine épée)	N ET 1-09-099	Sec	9.1 422 2.9	1.3	0.6	35.0 7 35.0	53.1 8 53.1	4.3 0.3 11.9	2.4 0.4 4.3	37.1	39.5	70	18 18 2.18	0.44 0.25 1.94	18 18 5.50	18 18 6.65	18 18 3.56	18 18 1.87	18 18 0.74	18 18 4.70	18 18 4.13	18 18 1.42	18 18 4.13	36.09	9.86	5.18				

No.	Aliment	No. International	Type aliment	Exemple RUP (%PB)																								
				Fractions N (% PB)						CVMS = 2.0% PV		CVMS = 4.0% PV																
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	Fourrage = 25% CVMS	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		
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			546	16	3	3	3	1	3				9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	ET			3.2	5.9	0.1	9.7	9.7		0.8				0.28	0.05	0.21	0.16	0.07	0.01	0.01	0.27	0.09	0.04	0.16				
105	Tourteau de soya bruni sans enzyme	50.0	27.0				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			14	2	2	7	7	1	7				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	ET			1.6	4.9	0.8	1.8	1.8		0.2				0.17	0.06	0.18	0.25	0.09	0.04	0.09	0.08	0.08	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			111			44	14	14	10	14			345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345
	ET			1.2	0.2		13.4	14.0		0.8	2.6			0.35	0.20	0.19	0.19	0.22	0.07	0.13	0.20	0.13	0.07	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			549	21		14	14	11	14				295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295
	ET			2.1	0.2		6.2	5.6	1.9	2.4				0.36	0.17	0.22	0.24	0.27	0.09	0.15	0.21	0.14	0.07	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			48	2	3	5	5	1	5				17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	ET			5.4	0.3		16.1	16.2		4.1				0.47	0.01	0.19	0.21	0.09	0.03	0.00	0.35	0.08	0.06	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			410	18	4	11	11	1	11				13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	ET			3.8	4.8	0.9	8.5	12.8		3.5				0.38	0.10	0.03	0.12	0.08	0.00	0.00	0.24	0.03	0.00	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			20			17							13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	ET			5.1	0.7									0.38	0.10	0.03	0.12	0.08	0.00	0.00	0.24	0.03	0.00	0.05				
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			48	3	3	5	5	5	5				109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
	ET			5.0	0.4		17.7	17.3	4.4	15.2				0.45	0.18	0.15	0.21	0.19	0.12	0.17	0.22	0.13	0.19	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			15	1	1	1	1	1	1																		
113	Résidus de tomates (fractions N et Kd provenant de la pulpe de citrus)	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			22	1	2	0.1																					
	ET			4.8																								
114	Triticale ensilage épéi (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			107	2	86	0.8							3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ET			4.0										0.45	0.33	0.22	0.08	0.19	0.11	0.11	0.47	0.16	0.16	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			81	8	4	4	3	4				75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
	ET			1.1	0.3		13.1	15.3	2.3	8.1				0.34	0.19	0.13	0.19	0.24	0.09	0.15	0.21	0.13	0.15	0.24				

No.	Aliment	No. International	Type aliment	Exemple RUP (%PB)																								
				Fractions N (% PB)				CVMS		CVMS																		
				PB %	NDIPB %	ADIPB %	A	B	C	Kd (%/h) de B	=25% CVMS	=50% CVMS	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	
116	Grain de blé roulé	4-13-245	Conc.	14.2 N 165	1.7 5	0.2 5	27.1 6	65.1 6	7.8 6	18.8 6	19.6 8.5	26.2	95 278 0.47 2.02	4.69 278 0.18 3.60	2.43 278 0.27 6.64	3.32 278 0.15 4.21	6.64 278 0.30 1.77	2.81 278 0.10 0.61	1.60 278 0.15 4.24	2.20 278 0.15 4.21	4.59 278 0.23 4.21	2.90 278 0.13 1.03	1.19 278 0.10 5.80	4.24 278 0.27 37.51	34.42 278 0.27 11.22	8.16 278 0.27 4.72	4.65	
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	2.3 9.4	0.7 1.1	0.1 0.8	18.6 35	28.2 53.1	16.2 11.9	8.5 4.3	36.9	39.4	70 4.01	2.02 3.60	3.60 6.64	4.21 4.21	1.77 0.61	0.61 4.24	4.21 4.21	1.03 1.03	5.80 5.80	37.51 37.51	11.22 11.22	4.72 4.72				
118	Grue blanc de blé	4-05-205	Conc.	120 N 3.8 ET	7 0.2	17 0.1	40.3 4	53.6 3	6.1 4	15.2 4	17.7	23.7	90 120 0.44 2.02	5.86 120 0.10 3.60	2.75 120 0.14 6.64	3.44 120 0.23 4.21	6.65 120 0.31 4.21	3.63 120 0.09 1.77	1.60 120 0.11 0.61	2.04 120 0.23 4.24	4.43 120 0.09 4.21	3.11 120 0.12 1.03	1.28 120 0.16 5.80	4.63 120 0.12 37.51	37.38 120 0.16 11.22	9.71 120 0.16 4.28	4.28	
119	Ensilage de blé début épiaison	3-21-865	Humide	245 2.1	26 0.4	30 0.1	23 23	25.3 3.1	3 3.4	17.7 3.4	23.7	23.2	70 2.02	5 0.26 1.08	5 0.50 1.64	5 0.25 1.78	5 0.43 3.25	5 0.41 1.19	5 0.04 1.07	5 0.10 2.08	5 0.00 3.25	5 0.28 1.42	5 0.09 2.67	5 0.31 21.61	5 0.31 15.04	5 0.31 5.51		
120	Paille de blé (a.a. estimées)	1-05-175	Sec	12.0 N 3.0	1.5 0.8	1.0 0.4	69.5 0.4	8.7 1.6	21.8 1.2	29.0 11.7	22.9	23.2	65 5 0.26 1.08	2.09 5 0.50 1.64	1.89 5 0.50 1.64	5.12 5 0.43 1.78	8.95 5 0.43 3.25	7.42 5 0.41 1.19	1.41 5 0.41 1.07	2.04 5 0.41 1.07	2.94 5 0.41 1.07	5.94 5 0.41 1.07	1.48 5 0.41 1.07	4.92 5 0.41 1.07	42.16 5 0.41 1.07	17.60 5 0.41 1.07	3.34 5 0.41 1.07	
121	Lactosérum de bovins frais (fractions N et Kd estimées)	4-08-134	Conc.	4.8 N 161 1.9	2.1 0.2	1.4 0.3	9.3 NA	51.4 90.0	2 10.0	2 5.0	2 5.0	4.6	6.0	95 13 0.12	2.09 13 0.17	1.89 13 0.17	5.12 13 0.24	8.95 13 0.39	7.42 13 0.45	1.41 13 0.45	2.04 13 0.45	2.94 13 0.45	5.94 13 0.45	1.48 13 0.45	4.92 13 0.45	42.16 13 0.45	17.60 13 0.45	3.34 13 0.45
				14.6 N 68 ET																								

1 Source NRC (2001)

Tableau 15.2b Fractions azotées et composition en acides aminés (a.a.) d'aliments utilisés moins communément¹

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																
13	Écailles de canola	N ET	Conc.	16.1 2 1	29.5 2 5.7	35.5 2 5.3	35 2 0.4	5.3 2 0.8	70	7.01	2.80	3.83	6.77	5.62	1.87	2.54	4.06	4.42	1.46	4.73	42.56	13.20	4.39
14	Graines de canola moulues grossièrement (a.a. provenant de tourteau de canola extrait mécaniquement)	N ET	Conc.	25	3.6	84.6	11.8	7.4	50	7.01	2.80	3.83	6.77	5.62	1.87	2.54	4.06	4.42	1.46	4.73	42.56	13.20	4.39
15	Tourteau de canola extrait mécaniquement et chauffé (a.a. provenant du tourteau de canola extrait mécaniquement)	N ET	Conc.	39.3	18.3	80.7	1.0	4.4	70	7.01	2.8	3.83	6.77	5.62	1.87	2.54	4.06	4.42	1.46	4.73	42.56	13.2	4.39
16	Tourteau de coco (a.a. provenant du NRC (1998) porc)	N ET	Conc.	21.3	28.0	65.1	6.9	8.7	90	10.87	1.78	3.42	6.21	2.65	1.60	1.32	3.84	3.06	0.87	4.89	39.19	6.76	4.08
17	Mais drêche de distillerie sec (a.a. provenant du NRC (1998) porc)	N ET	Conc.	2 3.5 22.2	2 1.3 39.5	2 5.9 41.6	2 7.2 18.9	2 1.8 7.9	75	3.63	2.54	3.83	10.6	2.98	1.73	1.13	3.99	2.50	0.81	5.00	37.61	7.92	4.60
18	Mais grain extrudé (a.a. provenant du mais grain sec)	N ET	Conc.	4 6.2 8.1	5 13.1 42.3	5 12.8 23.0	5 12.2 34.7	5 4.3 3.9	90	4.47	3.07	3.51	12.80	2.65	2.03	1.93	4.92	3.56	0.68	4.77	42.46	6.24	4.78
19	Ensilage de mais <45% NDF (a.a. provenant d'ensilage de main mature)	N ET	Humide	8.1	65.7	15.3	19.0	2.1	70	1.96	1.79	3.33	8.59	2.43	1.52	1.28	3.83	3.19	0.44	4.49	31.59	7.69	4.81
20	Ensilage de mais entre 45 et 50% NDF (a.a. provenant d'ensilage de mais standard)	N ET	Humide	0.6 8.4	10.5 54.8	4.2 28.8	7.4 16.4	0.9 4.5	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
21	Ensilage de mais entre 45 et 50% NDF (a.a. provenant d'ensilage de mais standard)	N ET	Humide	0.6 9.5	18.2 51.2	14 29.0	5.7 19.8	1.6 3.9	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
22	Ensilage de mais >50% NDF (a.a. provenant d'ensilage immature)	N ET	Humide	1.5 9.5	17.3 50.9	14.0 26.4	5.3 22.7	1.2 4.6	70	1.96	1.79	3.36	8.58	2.58	1.54	1.42	3.83	3.19	0.44	4.46	31.72	8.13	4.85
23	Graines de coton entières, chauffées (a.a. provenant de graines de coton entières)	N ET	Conc.	5 1.3 23	5 6.7 24.4	5 5.8 64.5	5 3.6 11.1	5 1.6 8.2	80	11.52	3.11	3.2	5.88	4.35	1.71	1.76	5.3	3.46	1.27	4.70	44.51	9.77	3.84

No.	Aliment	N et ET	Type	PB %	Fractions N (% 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 %EAA	Met %EAA			
					A	B	C																		
24	Tourteau de crambe (crambe abyssinica), sans écaille, extrait au solvant	N ET	Conc.	49.4	56.0	42.0	2.0	18.4	90																
25	Tourteau de crambe, avec une partie des écailles, extrait au solvant	N ET	Conc.	29.2	78.0	13.0	9.0	11.4	90																
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		
27	Tourteau de chanvre (Cannabis sativa L.)	N ET	Conc.	32.1	6.5	90.1	3.4	2.9	85																
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		
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		
30	Graines de lupin extrudées (a.a. provenant de graines de lupin cassées)	N ET	Conc.	37.9	2.4	27.3	24.9	4.6	95	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0.15	3.80	40.99	10.95	1.98
31	Ensilage de lupin 45% NDF	N ET	Humide	16.0	7	23.7	24.2	0.6	75	1.1	0.35	0.13	0.24	0.25	0.09	0.38	0.18	0.15	0.04	9	9	9	9	9	
32	Poudre de lait écrémé	N ET	Conc.	38.5	15				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		
33	AMANDE DE PALMIER Sous-produits de	N ET	Conc.	18.9	7	9.6	80.8	9.6	75	0.2	15	15	15	15	0.14	0.48	0.14	0.05	0.18	15	15	0.22	0.02	15	
34	Pois des champs	N ET	Conc.	25.6	2	55.5	44.4	0.1	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		
35	Pois des champs extrudés (a.a. provenant du pois des champs)	N ET	Conc.	1.7	1.7	11.5	11.5	0.1	90	0.98	0.15	0.15	0.19	0.25	0.08	0.12	0.22	0.13	0.04	0.18	46.51	15.42	2.15		
36	Tourteau de colza extrait au solvant	N ET	Conc.	4	0.8	3.5	3.9	7	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		
		N ET	Conc.	6	2.5	6	6.6	6	2.6	4.3	268	268	268	268	268	0.18	0.41	268	268	0.16	268	268	268	268	

No.	Aliment	N et ET	Type	PB %	Fractions N (% 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 %EAA	Met %EAA	
					A	B	C	Kd (%/h) de B																
37	Tourteau de colza extrait au solvant chauffé (a.a. provenant de tourteau de colza extrait au solvant)		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	6 8	6 7.5	6 3.3	6 2.6		80	5.4 14 14	2.59 14 14	3.57 14 14	6.54 14 14	4.05 14 14	1.81 0.13 0.19	2.55 0.31 0.31	4.89 14 14	3.58 14 14	0.99 0.06 0.24	5.08 14 14	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 tournesol extrait au solvant)	N ET	Conc.	28.4	33.4	32.3	34.3	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 triticale moulu	N ET	Conc.	14.5 1	51.3	45.9	2.8	43	90	5 0.87 0.87	5 0.38 0.18	5 0.34 0.16	5 0.34 0.09	5 0.16 0.20	5 0.09 0.20	5 0.20 0.18	5 0.18 0.11	5 0.11	5 0.31	5 0.31	5 0.31	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	0.35	0.80	0.40	0.12	0.65	4.54	31.47	4.93	4.48
				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

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. Ruminal 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
$\text{EffMP}_{\text{CROISS}}$	= 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 ($0,891 \times \text{EQSBW}$)
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 ₁	= Fraction des protéines d'un aliment dont la vitesse de dégradation dans le rumen est très élevée (120 à 400 % par heure)
Fraction B ₂	= Fraction des protéines d'un aliment dont la vitesse de dégradation dans le rumen est moyenne (3 à 16 % par heure)
Fraction B ₃	= 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_d	= Vitesse ou taux de dégradation pour une fraction donnée (A, B ₁ , B ₂ ou B ₃) de la protéine d'un aliment, exprimée en % par heure
K_p	= 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 _{CROISS}	= Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins de croissance de l'animal, exprimée en g/jour
MP _{Endogène}	= Quantité de protéines métabolisables d'origine endogène, exprimée en g/jour
MP _{Entretien}	= Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins d'entretien de l'animal, exprimée en g/jour
MP _{Lact}	= Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins de lactation de l'animal, exprimée en g/jour
MP _{Microbienne}	= Quantité de protéines métabolisables provenant de la fraction microbienne, exprimée en g/jour
MPP _{reg}	= Quantité de protéines métabolisables requises pour les besoins de gestation de l'animal, exprimée en g/jour
MP _{RUP}	= Quantité de protéines métabolisables provenant de la fraction non dégradable des protéines d'un aliment ou de la ration totale, exprimée en g/jour
MSBW	= Poids vide à maturité en kg (MW x 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 _{DIGEST}	= Digestibilité de la fraction non dégradable 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 $0,96 \times \text{BW}$, le poids de l'animal

SWG = Gain de poids vif après freinte. Valeur très proche du ADG. C'est pourquoi on suggère que $\text{SWG} \cong \text{ADG}$

UNT_{1x} = 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