

## Comparaison de la digestion du trèfle blanc et des graminées prairiales chez la vache laitière

J.L. Peyraud

Chez les ruminants, la digestion de l'azote se caractérise par une dégradation de l'azote alimentaire dans le rumen (figure 1) qui conduit à la formation d'ammoniac. Tout ou partie de cet ammoniac est réutilisé par les micro-organismes pour la synthèse de protéines microbiennes. Cette synthèse est elle même fonction de l'énergie disponible dans le milieu. Les acides aminés qui entrent dans l'intestin du ruminant et y sont absorbés ont donc 2 origines : une fraction alimentaire non dégradée et une fraction microbienne. L'ammoniac absorbé au niveau du rumen est métabolisé au niveau du foie en urée et excrété soit dans l'urine, soit revient dans le tube digestif (phénomène du recyclage). L'ammoniac n'est d'aucune valeur pour l'animal même s'il correspond à une disparition digestive de l'azote dans un calcul de la digestibilité apparente. Ce sont uniquement les acides aminés absorbés au niveau de l'intestin qui permettront d'assurer la production et le renouvellement des tissus corporels. Dès lors la valeur azotée réelle d'un fourrage vert doit être estimée par la quantité d'acides aminés (alimentaires et microbiens) entrant dans l'intestin et non par la simple teneur en matières azotées apparemment digestibles.

Par ailleurs, l'azote excrété dans les fèces provient de 3 origines différentes : une fraction alimentaire non dégradée dans le rumen et non digérée dans l'intestin,

---

### **MOTS CLÉS**

Digestibilité, trèfle blanc, vache laitière, valeur alimentaire, valeur protéique.

### **KEY-WORDS**

Dairy cow, digestibility, feeding value, protein value, white clover.

### **AUTEUR**

Station de Recherches sur la Vache Laitière, I.N.R.A., F-35590 St-Gilles.

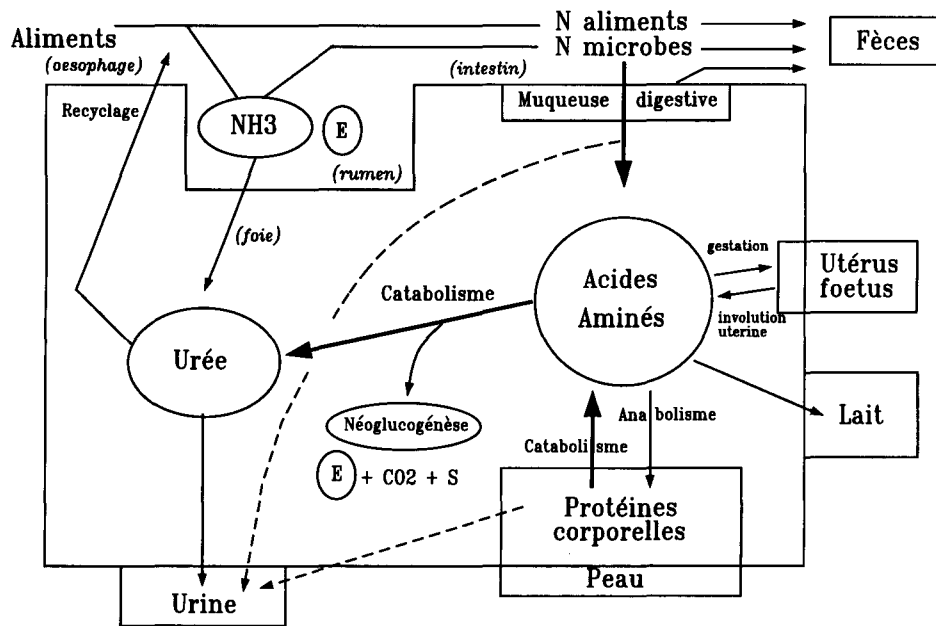


FIGURE 1 : Digestion et métabolisme des matières azotées chez le ruminant.

FIGURE 1 : Protein digestion and metabolism in ruminants.

une fraction microbienne produite dans le rumen et non digérée dans l'intestin et une fraction endogène (sécrétions digestives non réabsorbées). L'azote fécal, assez peu digestible, est sans doute peu polluant. En revanche, l'azote urinaire est l'exutoire naturel de tout excès dans l'alimentation. Il est soluble, très lessivable et volatil. Sa charge polluante est donc probablement plus élevée. L'azote excrété dans l'urine provient de pertes naturelles liées au fonctionnement normal de l'animal (renouvellement des tissus...) et des excès d'urée au niveau sanguin provenant soit d'un déséquilibre de la ration (cas des rations trop riches en azote dégradable) soit d'un excès des apports d'azote au niveau métabolique par rapport aux besoins des animaux. Si les pertes liées à l'entretien de base de l'animal sont incompressibles, et du reste peu variables, celles liées aux teneurs trop importantes en urée du sang (quelle qu'en soit l'origine) sont très variables et peuvent être maîtrisées, au moins dans une certaine mesure.

L'objectif de ce travail est d'analyser, à travers les quantités d'acides aminés entrant dans l'intestin, la valeur azotée réelle du trèfle blanc comparée à celle du ray-grass anglais, de décrire la digestion ruminale de l'azote du trèfle blanc et des graminées et d'en analyser les répercussions sur les rejets d'azote dans

**l'urine et les fèces par les vaches laitières.** Les variations d'excrétion urinaire liées à un déséquilibre des apports intestinaux et des besoins ne seront que peu évoquées car elles ne caractérisent pas directement le fourrage mais dépendent plutôt du niveau de production des animaux.

## **Matériels et méthodes**

Nous avons rassemblé 29 bilans digestifs effectués sur des vaches laitières de race Holstein à l'I.N.R.A. de Rennes. Ces bilans se répartissent en 17 données sur graminées (4 avec du dactyle et 13 avec du ray-grass ; fertilisation de 50 kg N/ha/cycle) et 12 sur trèfle blanc (aucune fertilisation azotée) distribué pur. Quelques données relatives au trèfle blanc ont été publiées par ailleurs (PEYRAUD, 1986). Les bilans ont été effectués tout au long de la saison (de début mai à fin septembre). Chaque bilan correspond à la moyenne de 3 ou 4 individus recevant de l'herbe verte à l'auge en 3 repas par jour et distribuée à volonté. Les mesures effectuées correspondent à la digestibilité totale, aux flux d'azote à l'entrée de l'intestin grêle, dans les fèces et dans l'urine. Les animaux avaient un niveau de production assez modeste (10 à 15 kg de lait environ). Par ailleurs, nous avons également rassemblé, pour l'analyse des bilans digestifs dans le rumen, 10 bilans obtenus dans le bassin de Londres par l'équipe de Hurley (BEEVER et al., 1985) sur bovins en croissance. Ces bilans n'ont pas été retenus pour l'analyse de l'excrétion urinaire car aucune donnée n'a été publiée.

## **Résultats et discussion**

### **• Valeur alimentaire du trèfle blanc**

Dans le tableau 1, nous avons rassemblé les données obtenues à Rennes sur l'effet de la saison et de l'âge des repousses sur la valeur alimentaire du trèfle blanc. La teneur en MAT du trèfle est toujours très élevée et sa valeur azotée réelle, mesurée par les flux d'azote à l'entrée de l'intestin, reste peu variable malgré des variations très importantes de l'âge des repousses. De même, la digestibilité évolue peu, même pour les repousses les plus âgées. Les variations entre cycles sont également peu importantes bien que le premier cycle apparaisse un peu supérieur aux repousses. Ces résultats montrent que le trèfle est une espèce dont la valeur alimentaire évolue peu, ce qui contribue à sa grande souplesse d'exploitation et explique qu'un pâturage d'association, même exploité assez tardivement, conserve une bonne valeur alimentaire.

### **• Comparaison de la digestion de l'azote du trèfle et des graminées**

La synthèse de protéines microbiennes dans le rumen dépend des quantités d'azote et d'énergie disponibles. Cette dernière peut être, en première approxima-

	1er cycle			2ème cycle			Repousses d'automne
	13/5	28/5	30/6	25/6	10/7	25/7	20/9
Dates							
Stade	Feuillu	Bourgeons	Floraison	35 j	47 j	63 j (à graines)	60 j
Digestibilité	0,84	0,82	0,79	0,76	0,77	0,71	0,79
MAT (g/kg MO)	266	250	221	262	217	216	296
Valeur azotée (g MA duodenum/kg MO)	186	200	201	154	174	170	195

TABLEAU 1 : Effet de l'âge et de la saison sur la digestion du trèfle blanc (digestibilité, M.A.T., valeur azotée réelle à l'entrée de l'intestin ; données INRA Rennes).

TABLE 1 : Effects of age and of season on the digestion of white clover (digestibility, crude protein content, actual nitrogen value at entrance of intestine ; data from INRA, Rennes).

tion, estimée par la teneur en matière organique digestible du fourrage (MOD). C'est pourquoi nous avons toujours rapporté la teneur en azote (N) du fourrage, non à la matière sèche, mais à la MOD, ce qui traduit mieux son équilibre, ou au contraire son déséquilibre, en azote/énergie fermentescible.

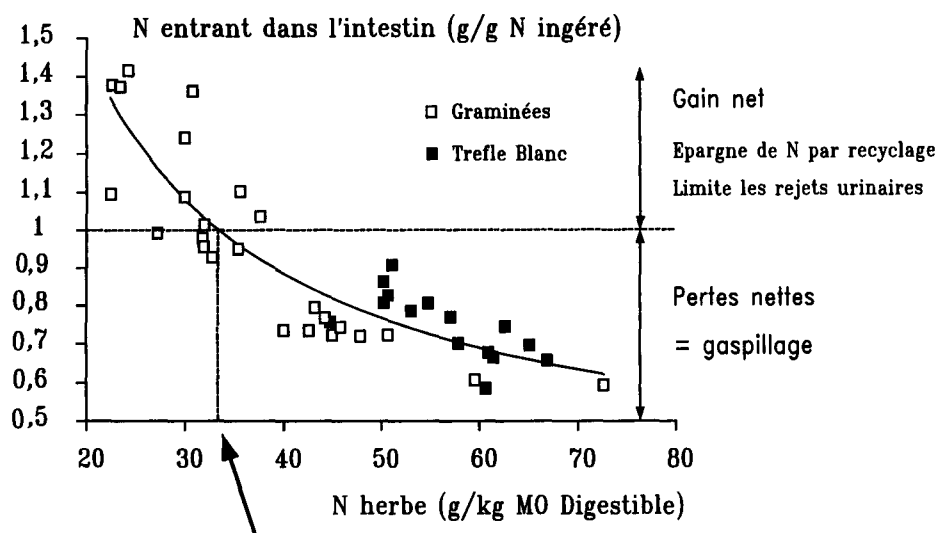
	Graminées	Trèfle blanc
Teneur N (g/kg MOD)	37,6 ± 12,0	56,5 ± 6,4
Valeur azotée (g N duod/kg MOD)	33,7 ± 4,3	41,9 ± 3,6
(g/g N ingéré)	0,93 ± 0,09	0,75 ± 0,25

TABLEAU 2 : Comparaison de la valeur azotée réelle des graminées et du trèfle blanc (moyennes et écarts types ; données Hurley et INRA Rennes regroupées).

TABLE 2 : Compared actual nitrogen values of grasses and white clover (means and standard deviations ; grouped data from Hurley and from INRA Rennes).

Dans le tableau 2, nous avons fait figurer les valeurs moyennes observées pour l'ensemble des données (Rennes + Hurley). Le trèfle blanc se caractérise par un

rapport N/MOD plus élevé en moyenne et moins variable que celui des graminées. Cette espèce est donc caractérisée par un déséquilibre (de sa teneur en azote relativement à son énergie) supérieur à celui des graminées. Pour le trèfle, la quantité d'azote aminé entrant dans l'intestin (et donc la valeur azotée du fourrage) est supérieure de 25% à celle des graminées (tableau 2). Cependant, les pertes d'azote dans le rumen sont beaucoup plus élevées avec le trèfle qu'avec les graminées puisque le flux intestinal d'azote ne représente que 75% de l'ingéré (soit 14,6 g N/kg MOD perdu sous forme d'ammoniac au niveau du rumen contre seulement 3,9 g N/kg MOD pour les graminées). Pour les vaches laitières, les valeurs sont peu différentes. Elles sont respectivement de 7,6 et 13,6 g N/kg MOD pour les graminées et le trèfle, soit des pertes supplémentaires de 6,0 g N/kg MOD en défaveur du trèfle.



*Equilibre à environ 13% MAT*

**FIGURE 2 : Variations du bilan de la digestion de l'azote dans le rumen selon le rapport azote/énergie du fourrage.**

*FIGURE 2 : Variations of the balance of digested nitrogen in the rumen according to the protein/energy ratio in the forage.*

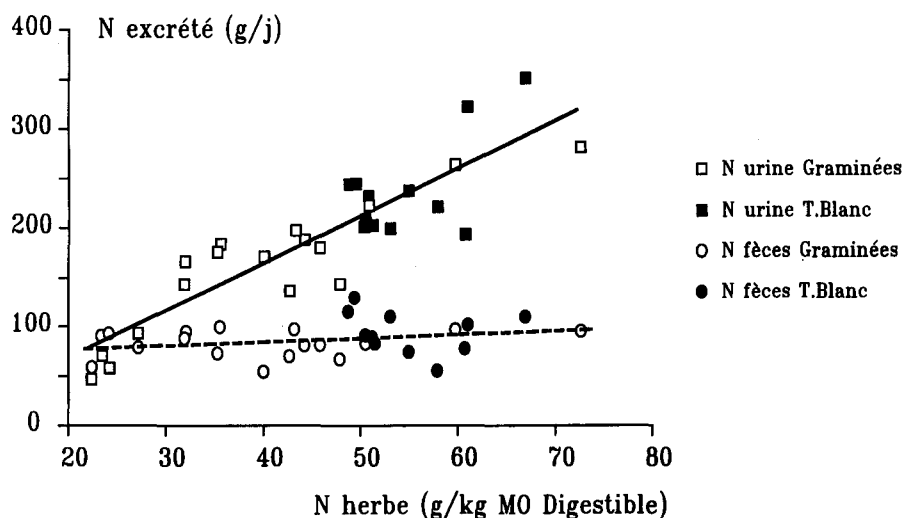
En fait, la digestion de l'azote des fourrages verts de bonne qualité (plus de 13-14% MAT) se caractérise par des pertes d'azote dans le rumen d'autant plus importantes que l'herbe est plus riche en azote (figure 2). C'est pourquoi ces pertes sont très importantes pour le trèfle dont le rapport N/MOD est toujours élevé mais

peuvent l'être aussi pour les graminées très fertilisées ou exploitées précocement au printemps. Ces pertes proviennent d'un déséquilibre entre les quantités ingérées d'azote et de matière organique fermentescible, les synthèses microbiennes ne pouvant alors utiliser tout l'ammoniac produit. A l'inverse, lorsque la teneur en azote des graminées est faible (prairies estivales, repousses âgées, faible fertilisation), le flux d'azote à l'entrée de l'intestin peut devenir supérieur aux quantités d'azote ingérées. L'urée sanguine retourne dans le rumen via la salive et par échanges directs à travers la paroi du rumen. Celle-ci est rapidement dégradée en ammoniac qui est rapidement réutilisé pour les synthèses microbiennes. Ce phénomène correspond à une épargne de l'azote urinaire (cf. plus loin). On dit qu'il y a un recyclage net de l'azote au niveau du rumen. En conséquence, du fait de ce recyclage, 1/ la valeur azotée réelle du fourrage varie moins que ne le laisse prévoir la teneur en azote totale de la plante, 2/ l'excrétion urinaire augmente rapidement avec la teneur en azote du fourrage. Elle est très faible pour les fourrages pauvres en azote et s'accroît rapidement pour les plus riches, et ceci d'autant plus que la quantité d'azote absorbé dans l'intestin peut alors dépasser les besoins des animaux et qu'il y aura alors un catabolisme important des acides aminés au niveau tissulaire.

La quantité d'azote entrant dans le duodénum peut être estimée de façon satisfaisante à partir des teneurs en MOD et en azote du fourrage ( $N_{\text{duodénum}} = 0,18 N_{\text{ingéré}} + 29 \text{ MOD}$ ). Selon ce modèle, on peut admettre qu'une part très importante de l'azote de l'herbe (82 %) est dégradée dans le rumen puisque en moyenne seulement 18 % de l'azote ingéré se retrouve dans le duodénum. Ce résultat est en bon accord avec les mesures de dégradabilité de l'azote des fourrages verts effectués par des incubations en sachets dans le rumen (LE GOFFE et al., 1993). En revanche, les synthèses microbiennes apparaissent plus élevées (29 g N microbien synthétisé/kg MOD) avec l'herbe que pour l'ensemble des rations à base de fourrages conservés (21 g/kg MOD d'après VÉRITÉ et PEYRAUD, 1988). De plus, le coefficient affecté à MOD est un peu plus élevé pour le trèfle (31) que les graminées (27), ce qui laisse supposer que les synthèses microbiennes sont un peu plus élevées avec le trèfle. Ce résultat explique pourquoi, à même teneur en azote, les pertes dans le rumen semblent légèrement plus faibles avec le trèfle que les graminées (figure 2). Cependant, il faut ici rappeler que, comme la teneur en azote est en moyenne beaucoup plus élevée avec le trèfle qu'avec les graminées, les pertes d'azote dans le rumen le sont également.

### • Rejets azotés dans les fèces et l'urine

Les rejets d'azote dans le milieu (fèces + urine) représentent 77 % de l'azote ingéré pour l'ensemble des données vaches laitières. Cette valeur est très élevée et caractéristique des fourrages verts de bonne qualité, à même niveau de production des animaux. Les rejets d'azote dans les fèces sont légèrement plus élevés avec le



$$N_{urine} (g/j) = -29 + 4,79 N_{herbe} (g/kg MOD) \quad R^2 = 0,78 \quad etr = 33,8$$

FIGURE 3 : Variations des rejets azotés selon le rapport azote/énergie du fourrage.

FIGURE 3 : Variations of nitrogen losses according to the protein/energy ratio in the forage.

trèfle mais l'écart reste modeste comparé aux graminées car l'excrétion fécale d'azote varie peu avec la teneur en azote du fourrage. En revanche, les pertes urinaires s'accroissent très rapidement avec le rapport N/MOD du fourrage (figure 3). Elles sont beaucoup plus importantes avec le trèfle (tableau 3), qu'elles soient rapportées aux quantités de matière organique ou d'azote ingérées. Elles représentent ainsi en moyenne 56% de l'azote ingéré avec le trèfle. Si on rapporte ces rejets à l'énergie du fourrage, donc aux quantités de MOD ingérées, les valeurs moyennes sont respectivement de 20,9 et 31,8 g N/kg MOD pour les graminées et le trèfle (soit + 10,9 g N/kg MOD de pertes supplémentaires pour le trèfle). Cette différence est beaucoup plus importante que celle déjà observée au niveau du rumen (voir plus haut : + 6,0 g N/kg MOD en défaveur du trèfle) et montre que la meilleure valeur azotée du trèfle (plus d'azote arrivant et absorbé dans l'intestin) n'a pas été valorisée dans nos essais car les animaux avaient des niveaux de production modérés (15 kg lait/j en moyenne) et donc des besoins en acides aminés peu importants. Dans ces conditions, l'apport au niveau intestinal supplémentaire avec le trèfle n'a pas pu être valorisé et a entraîné un catabolisme supplémentaire au niveau métabolique. On peut considérer que l'écart de rejets d'azote dans l'urine entre le trèfle et les graminées provient pour moitié du déséquilibre plus important entre la teneur en azote et en énergie du fourrage et donc des pertes au niveau ruminal, et pour

---

	Graminées	Trèfle blanc
N excrété fèces (g/kg MOI)	8,0 ± 1,2	9,3 ± 1,0
(g/g NI)	0,29 ± 0,09	0,21 ± 0,03
N excrété urine (g/kg MOI)	14,6 ± 6,4	24,2 ± 5,6
(g/g NI)	0,48 ± 0,12	0,56 ± 0,07

---

TABLEAU 3 : Rejets azotés dans les fèces et dans l'urine : comparaison entre les graminées et le trèfle blanc (moyennes et écarts types ; données INRA Rennes, rapportées à l'azote (NI) ou à la matière organique (MOI) ingérés).

TABLE 3 : Nitrogen losses in faeces and urine : comparison between grasses and white clover (means and standard deviations ; data from INRA Rennes, referred to ingested nitrogen (NI) or ingested organic matter (MOI)).

l'autre moitié du métabolisme des animaux dont les niveaux de production étaient insuffisants pour valoriser l'apport supplémentaire d'acides aminés au niveau métabolique permis par le trèfle.

### Conclusion

Cette analyse montre que le trèfle blanc a une valeur azotée très élevée et assez constante, ce qui est un avantage indéniable. En revanche, le très fort déséquilibre entre ses teneurs en azote et en énergie entraîne des pertes importantes d'ammoniac au niveau du rumen et dans l'urine, et ceci d'autant plus qu'il est offert à des animaux ayant des faibles besoins qui ne peuvent pas valoriser l'apport important d'acides aminés au niveau intestinal. En conséquence, pour des problèmes de rejets azotés par l'animal, il apparaît intéressant de ne pas utiliser des associations trop riches en trèfle.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,  
"Les légumineuses : nouvelle P.A.C., nouvelles chances ?",  
les 30 et 31 mars 1993.



**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- BEEVER D.E., THOMSON D.J., ULYATT M.J., CAMMEL S.B., SPOONER M.C. (1985) : "The digestion of fresh perennial ryegrass and white clover by growing cattle fed indoors", *Br. J. Nutrition*, 54, 763-775.
- LE GOFFE P., VÉRITÉ R., PEYRAUD J.L. (1993) : "Influence de l'espèce et de la saison sur la dégradabilité de l'azote des fourrages verts dans le rumen", *Ann. Zootech.*, 42 (1), 1-14.
- PEYRAUD J.L. (1986) : "Etude de la digestion du trèfle blanc chez la vache laitière : influence de la saison et de l'âge des repousses", *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 26 (1B), 333-334.
- VÉRITÉ R., PEYRAUD J.L. (1988) : "Nutrition azotée", *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, Ed R. Jarrige, INRA.

**RÉSUMÉ**

Pour les ruminants, la valeur azotée réelle d'un fourrage vert doit être estimée par la quantité d'acides aminés (alimentaires et microbiens) entrant dans l'intestin. Elle est relativement stable chez le trèfle blanc (ce qui contribue à sa souplesse d'exploitation) et supérieure de 25 % à celle observée avec des graminées. Le déséquilibre entre valeur azotée réelle et matière organique digestible est plus marqué chez le trèfle blanc, et les pertes d'azote sont d'autant plus importantes, bien que les synthèses microbiennes soient un peu plus élevées avec le trèfle, à même teneur en azote. Par ailleurs, le niveau de production modéré des animaux a sans doute accru ces pertes d'azote, qui se retrouve essentiellement dans les urines.

**SUMMARY**

*Compared digestions of white clover and of pasture grasses in dairy cows*

In ruminants, the actual nitrogen value of a fresh forage has to be assessed by the amount of amino-acids (from the feeds or from the micro-organisms) that enter the intestinal tract. It is relatively constant in white clover (which is therefore easy to manage), and 25% above the values observed in grasses. The lack of balance between actual nitrogen value and digestibility of organic matter is therefore more marked in white clover, and the nitrogen losses are all the greater, although in white clover there is slightly more microbial synthesis taking place, for a given nitrogen content. Moreover, the moderate productivity of the animals probably enhanced these nitrogen losses, most of which occurred through urine.