

# L'efficacité d'utilisation de l'azote par les microbes du rumen est affectée par le ratio énergie/protéines de la luzerne

AUDREY-ANNE POULIN<sup>1</sup>, FADI HASSANAT<sup>2</sup>, GAËTAN TREMBLAY<sup>2</sup>, DANIEL OUELLET<sup>3</sup>, RENEE PETRI<sup>3</sup>, MIREILLE THÉRIAULT<sup>2</sup>, ANNIE CLAESSENS<sup>2</sup>, ANNICK BERTRAND<sup>2</sup> et ÉDITH CHARBONNEAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sciences animales, Université Laval, Québec;

<sup>2</sup> Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec;

<sup>3</sup> Centre de recherche et de développement de Sherbrooke, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke.

[audrey-anne.poulin.1@ulaval.ca](mailto:audrey-anne.poulin.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** Luzerne, ratio énergie/protéines, dégradation ruminale, incubation *in vitro*, utilisation de l'azote.

## Introduction

La luzerne se distingue des graminées par ses teneurs élevées en protéines brutes (**PB**), en vitamines, en minéraux et en amidon (**A**). Ces attributs en font une légumineuse de qualité. Toutefois, afin d'utiliser efficacement l'azote de la luzerne, les microbes du rumen ont besoin d'un apport élevé en énergie rapidement fermentescible. Chez la luzerne, la concentration en énergie du fourrage est peu élevée par rapport à celle en protéines ce qui crée un déséquilibre. Un ratio énergie/protéines peu élevé, soit inférieur à 0,7 dans un fourrage de graminée selon Edwards et al. (2007), augmente la proportion d'azote (**N**) qui se retrouve sous forme d'ammoniac (**NH<sub>3</sub>**) dans le rumen. Cet **NH<sub>3</sub>** peut être perdu dans l'environnement et contribuer à la production de gaz à effet de serre, au rejet d'ammoniac et à la nitrification des cours d'eau. Afin d'utiliser efficacement l'**N** issu de la dégradation des **PB**, une source d'énergie rapidement fermentescible doit être accessible aux microorganismes du rumen. Cette source d'énergie se présente essentiellement sous forme de sucres solubles (**SS**), de fructosanes, d'amidon et de pectine. En vue de quantifier l'équilibre entre l'énergie et la protéine, le rapport **SS+fructosanes/PB** est souvent utilisé pour les fourrages de graminées. Cependant, comme les fourrages de luzerne contiennent aussi de l'amidon et des quantités plus faibles de pectine, le ratio **(SS+A)/PB** a été utilisé dans le cadre de l'expérience présentée ici. L'hypothèse était qu'une augmentation du ratio **(SS+A)/PB** de la luzerne permettait d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'azote dans le rumen.

## Méthodologie

L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets d'une augmentation du ratio énergie/protéines du fourrage de luzerne et d'en évaluer les impacts sur la dégradation ruminale *in vitro*. Les traitements étudiés consistaient en 2 niveaux de ratios, soit un ratio **(SS+A)/PB** élevé (Ratio +) et un ratio **(SS+A)/PB** faible (Ratio -). Afin d'avoir suffisamment de matériel pour les incubations, chaque échantillon de fourrage a été produit en combinant la biomasse de deux plants de luzerne différents. Ces plants ont été cultivés en serre, récoltés au stade début floraison, et avaient des teneurs similaires en fibres insolubles au détergent neutre (aNDF), en **PB** et en **SS**. Dix-huit (18) fourrages de luzerne ayant un ratio **(SS+A)/PB** inférieur à 0,9 et 18 autres avec un rapport supérieur à 0,9 ont donc été produits. Les 36 fourrages de luzerne contrastés pour leur ratio **(SS+A)/PB** ont été comparés lors de 6 incubations *in vitro* visant à simuler la dégradation ruminale dans un dispositif en blocs généralisés aléatoires. La composition chimique des échantillons de luzerne est présentée au tableau 1. La teneur en aNDF des fourrages à ratio + et à ratio - était similaire avec une moyenne de 34,1 % de matière sèche (MS). Les effets des traitements étaient considérés significatifs lorsque  $P \leq 0,05$ .

**Tableau 1. Composition chimique des fourrages de luzerne**

Attributs	Ratio -	Ratio +	Erreur-type	Valeur de P
Nombre de fourrage de luzerne	18	18		
Fibres insolubles au détergent neutre (aNDF, % MS)	33,9	34,2	0,59	0,70
Sucres solubles (SS, % MS)	8,7	11,1	0,44	<0,01
Amidon (A, % MS)	2,5	10,8	0,83	<0,01
Protéines brutes (PB, % MS)	22,1	14,3	0,46	<0,01
Ratio (SS+A)/PB	0,52	1,59	0,081	<0,01

### Résultats

Différents attributs évalués lors des incubations *in vitro* sont présentés au tableau 2. Le bilan concernant le pH, la dégradabilité apparente de la MS, la production de gaz totale après 24 heures et la production d'acides gras volatils (AVG) totaux indique une meilleure utilisation ruminale des nutriments pour les luzernes à ratio + comparativement aux luzernes à ratio -. Une production moindre de NH<sub>3</sub> dans le liquide ruminal lors de l'incubation des fourrages de luzerne de ratio + comparativement à ceux de ratio - peut être attribuée à une meilleure utilisation de l'azote par les microorganismes du rumen. Finalement, une synthèse d'azote microbien plus élevée pour les fourrages à ratio + plutôt qu'à ratio - indique qu'il y a une meilleure efficacité d'utilisation de l'azote par les bactéries du rumen lorsqu'elles reçoivent le fourrage à ratio +.

**Tableau 2. Attributs issus de l'incubation *in vitro* des échantillons de luzerne avec du liquide ruminal**

Attributs	Ratio -	Ratio +	Erreur-Type	Valeur de P
pH	6,58	6,50	0,014	<0,01
Dégradabilité apparente de la matière sèche (%)	53	57	0,6	<0,01
Gaz total (mL)	228	263	4,6	<0,01
Acides gras volatils totaux (AGV, mM)	42,2	47,9	1,68	0,01
Méthane (CH <sub>4</sub> , mL/100 mL de gaz produit)	8,2	7,6	0,35	<0,01
Ammoniac (NH <sub>3</sub> , mM)	12,0	6,4	0,68	<0,01
Synthèse d'azote microbien (g N microbien/100 g N incubé)	56	69	1,7	<0,01

### Conclusion

Une amélioration du ratio entre l'énergie rapidement fermentescible et les protéines brutes de la luzerne est possible suite à une augmentation des teneurs en sucres solubles et en amidon, ainsi que par une diminution concomitante de la teneur en protéines brutes. Un ratio (SS+A)/PB plus élevé accroît l'efficacité d'utilisation de l'azote microbien, diminue la production d'ammoniac dans le liquide ruminal, et peut potentiellement réduire l'empreinte environnementale via une diminution des rejets d'azote dans l'environnement. Toutefois, des études *in vivo* sont nécessaires pour vérifier les effets de ce ratio sur les rejets d'azote et établir les seuils à viser avec les légumineuses telles que la luzerne.

### Référence

Edwards, G.R., Parsons, A.J., Rasmussen, S. and Bryant, R. H. 2007. High sugar ryegrasses for livestock systems in New Zealand. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 69, 161-171.

### Partenaires financiers

*Cette recherche est financée par une contribution de la Grappe de recherche laitière 3 (Les Producteurs laitiers du Canada et Agriculture et agroalimentaire Canada) dans le cadre du programme Agri-science du Partenariat canadien pour l'agriculture. Conformément à l'entente de recherche, outre le soutien financier, les partenaires financiers n'ont aucun rôle décisionnel dans la conception et la réalisation des études, la collecte et l'analyse ou l'interprétation des données. Les chercheurs conservent une totale indépendance dans la conduite de leurs études, ils demeurent propriétaires de leurs données et rapportent leurs conclusions, quels que soient les résultats obtenus. La décision de publier les résultats appartient uniquement aux chercheurs.*



# L'efficacité d'utilisation de l'azote par les microbes du rumen est affectée par le ratio énergie/protéines de la luzerne



A-A. Poulin<sup>1</sup>, F. Hassanat<sup>2</sup>, G. Tremblay<sup>2</sup>, D. Ouellet<sup>3</sup>, R. Petri<sup>3</sup>, M. Thériault<sup>2</sup>, A. Claessens<sup>2</sup>, A. Bertrand<sup>2</sup> et É. Charbonneau<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sciences animales, Université Laval, Québec,

<sup>2</sup> Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec,

<sup>3</sup> Centre de recherche et de développement de Sherbrooke, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke



## À RETENIR

↑ Glucides non fibreux (GNF)  
et  
↓ Protéines Brutes (PB)

↑ Ratio Énergie/Protéines  
GNF/PB

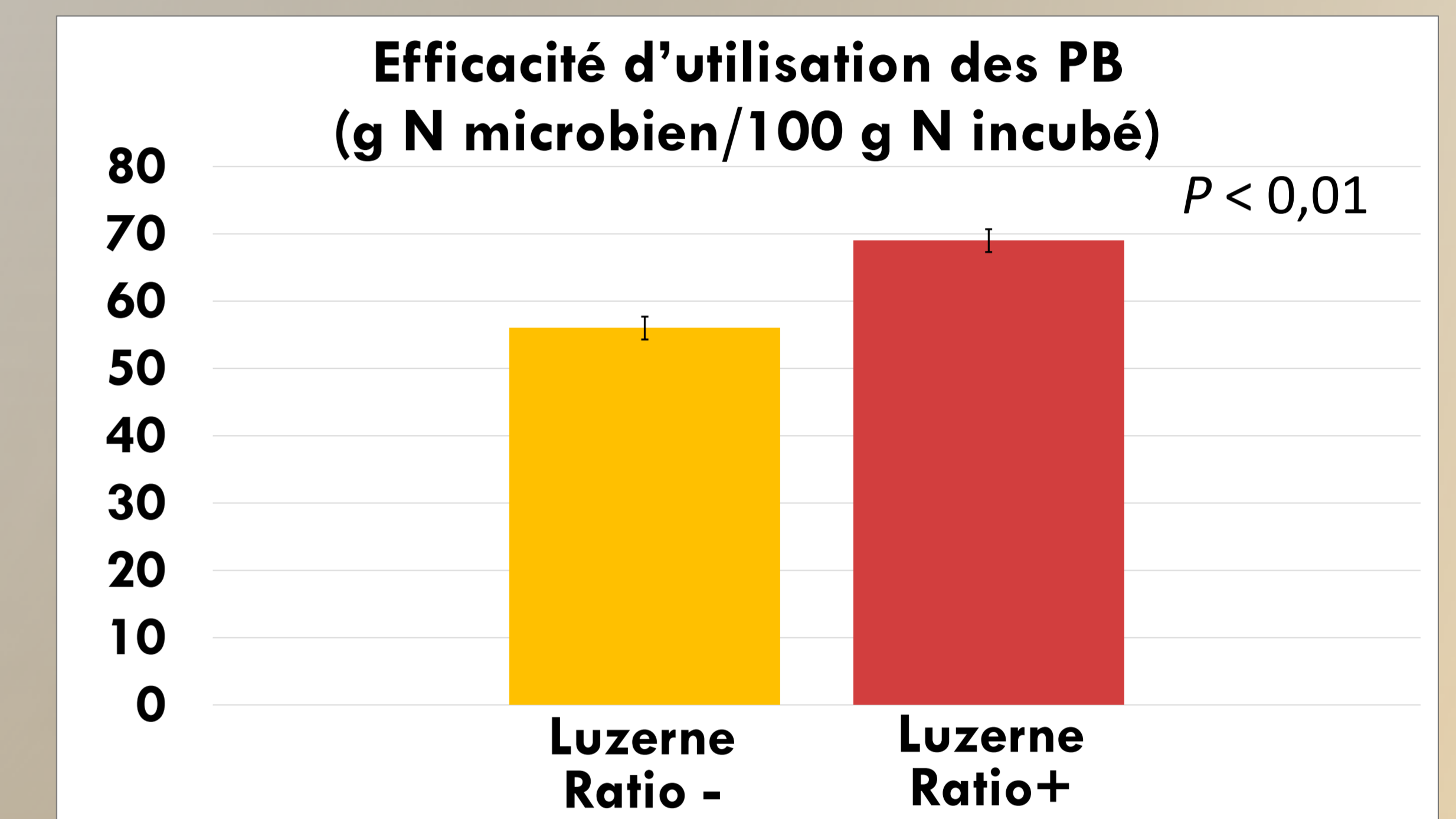
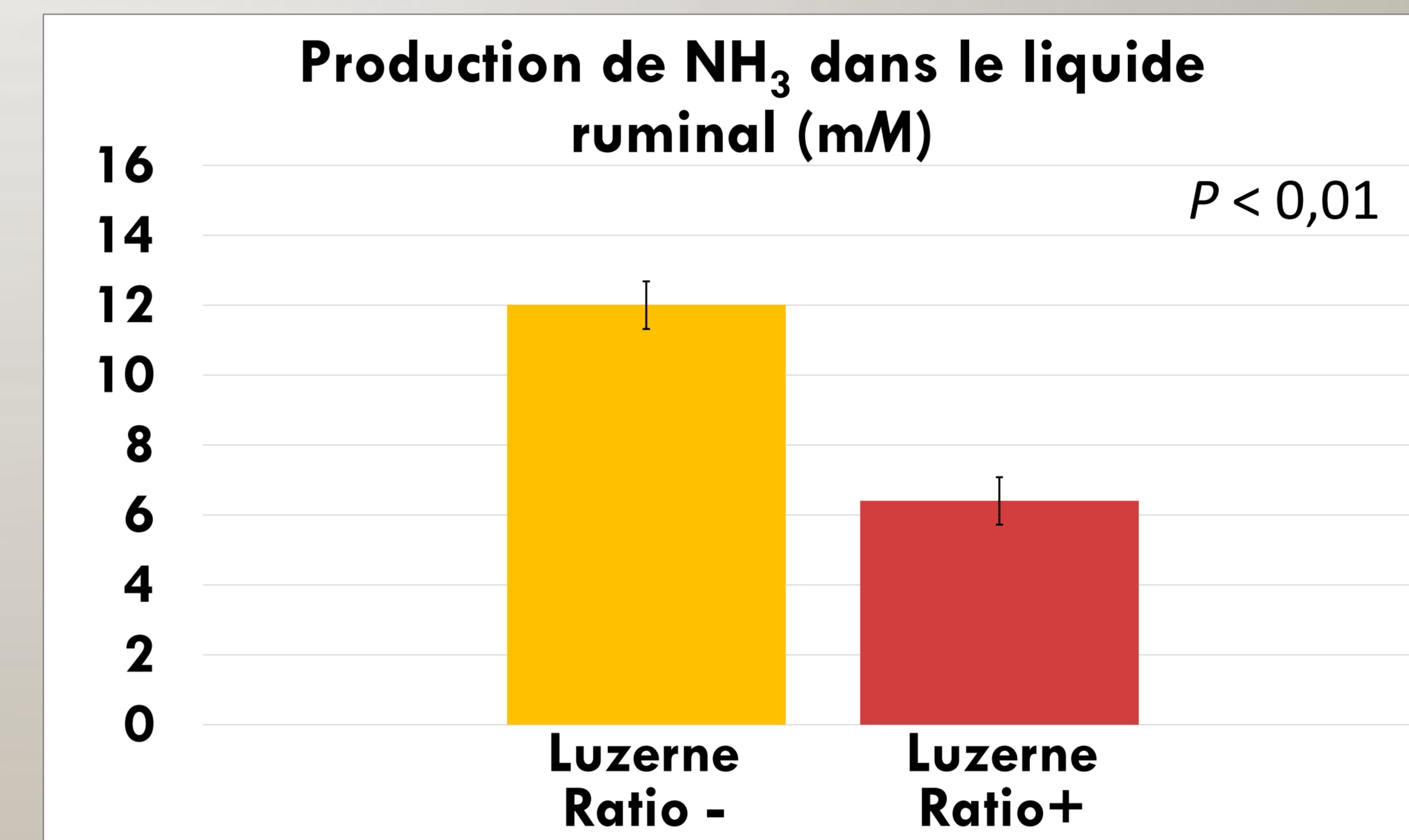
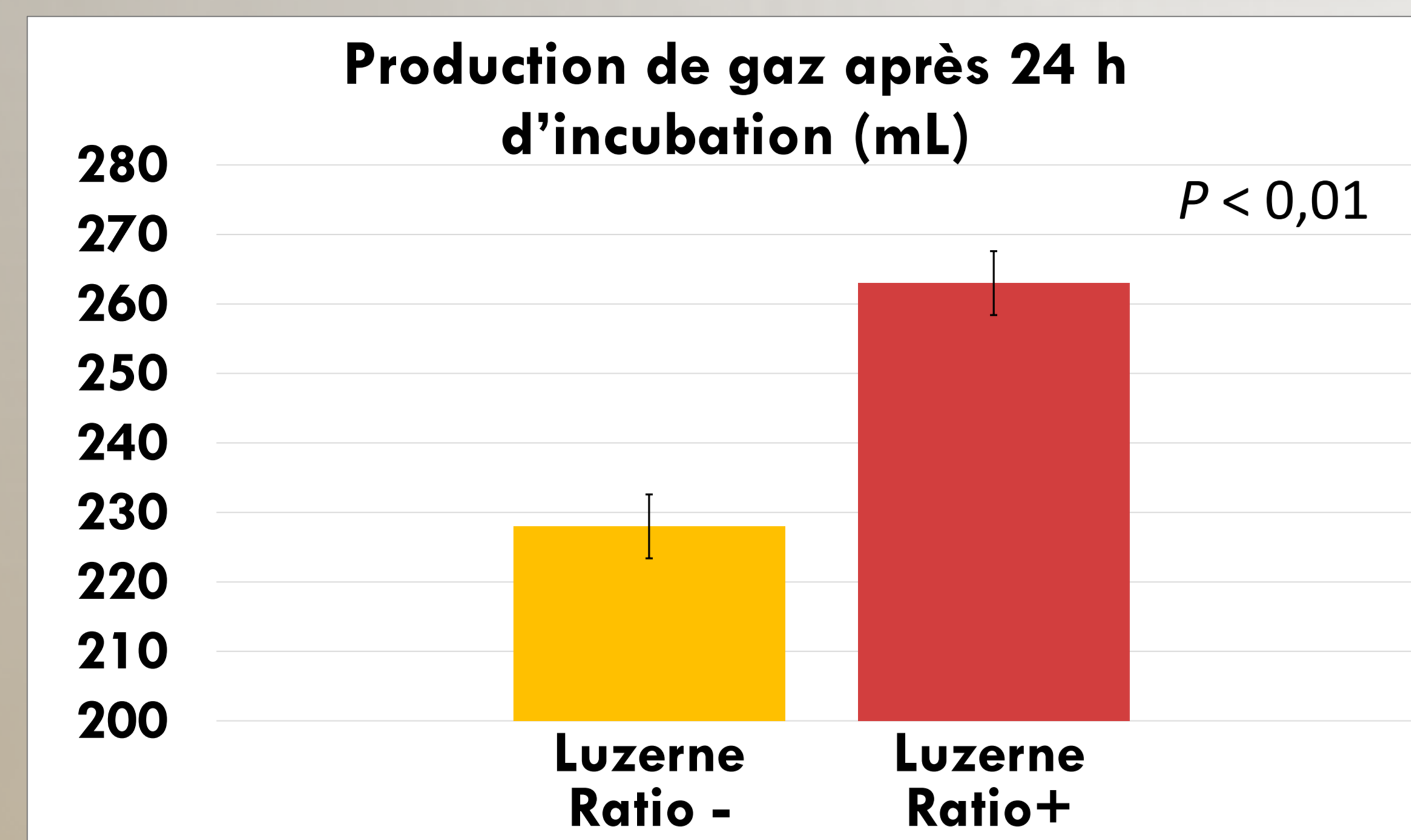
↓ Production d'ammoniac (NH<sub>3</sub>)  
↑ Efficacité d'utilisation des PB

↓ Potentielle des rejets d'azote  
(N) dans l'environnement

## CONTEXTE

- Les fourrages de luzerne contiennent des PB sous forme très dégradable dans le rumen.
- Pour utiliser l'N, les microbes du rumen doivent disposer d'une source d'énergie rapidement fermentescible, principalement sous forme de sucres solubles, d'amidon et de pectine (GNF).
- Lors d'un déséquilibre entre l'énergie et la protéine dans le rumen, une proportion d'N peut être perdue dans l'environnement.
- Le ratio GNF/PB serait le plus approprié pour quantifier l'équilibre entre l'énergie et la protéine de la luzerne.

## RÉSULTATS & DISCUSSION



L'augmentation du ratio GNF/PB de la luzerne, due simultanément à une ↑ GNF et une ↓ PB :

↑ Production de gaz après 24 h (228 vs 263 mL).  
↑ Utilisation ruminale des nutriments.

↓ NH<sub>3</sub> dans le liquide ruminal (12,0 vs 6,4 mM).  
Lien connu entre ↓ PB et ↓ NH<sub>3</sub>.

↑ N microbien par 100 g d'N (56 vs 69 %).  
↑ Efficacité d'utilisation des PB dans le rumen.

## OBJECTIFS

Évaluer les effets d'une augmentation du ratio GNF/PB de la luzerne sur la dégradation ruminale et l'efficacité d'utilisation des PB *in vitro*.

## RETOMBÉES POUR LE SECTEUR LAITIER

Une luzerne mieux équilibrée avec un ratio GNF/PB plus élevé (↑ GNF et ↓ PB) permettrait :

- ✓ Une meilleure utilisation de l'N et faciliterait la formulation de rations répondant mieux aux besoins des vaches laitières.
- ✓ Une réduction de l'empreinte environnementale de la production laitière par une diminution potentielle des rejets d'N dans l'environnement (gaz à effet de serre, rejet d'ammoniac, nitrification des cours d'eau).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Luzerne en serre

36 fourrages constitués de 2 plants à

ratio GNF/PB faible = Ratio -

ou

ratio GNF/PB élevé = Ratio +

Composition chimique des fourrages

	Ratio -	Ratio +
Nombre de fourrages	18	18
Fibres au détergent neutre (NDF, %)	33,9	34,2
Glucides non fibreux (GNF, %)	30,6	36,5
Protéines brutes (PB, %)	22,1	14,3
Ratio GNF/PB	1,40	2,61

Incubation *in vitro* avec du liquide ruminal

Production de gaz, profil fermentaire et l'efficacité d'utilisation des PB

## PARTENAIRES FINANCIERS

DAIRY RESEARCH CLUSTER 3

GRAPPE RECHERCHE LAITIÈRE 3

PARTENARIAT CANADIEN pour l'AGRICULTURE

LES PRODUCTEURS LAITIERS DU CANADA

Canada